

漁場環境部

赤潮総合対策調査事業－Ⅰ

(有害・有毒プランクトン対策研究)

西 広海・田原義雄

【目 的】

鹿児島湾の *Chattonella marina* (以下 *C.marina*) 赤潮 (4月～6月), 八代海の *Cochlodinium polykr-
-ikoides* (以下 *C.polykyikoides*) 赤潮 (6月～8月) の多発期を中心に, 有害・有毒プランクトンや貧
酸素水塊のモニタリング調査を実施し, 有害・有毒プランクトンの出現状況, 移動拡散の動向や貧酸
素水塊の発生状況などを明らかにするための基礎データを収集する。さらにそれらの情報を迅速に漁
協・漁業者に伝達して漁業被害等を軽減すると共に, 研修会等を通じて赤潮に関する知識の普及・啓
発を図る。

【方 法】

1 赤潮被害防止対策調査

鹿児島湾及び八代海において, 下記の方法で有害・有毒プランクトンのモニタリング調査を実施し
た。

1) 鹿児島湾

調査回数: 4月2回, 5月2回, 6月1回の計5回 (他事業分を含め, 周年実施)

調査項目: 気象, 海象 (水温, 塩分, 透明度, 水色), 水質 (DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P,
DIN, DON, TDN, DIP, DOP, TDP, Si, Chl-a), プランクトン (各層採水)

(参考)

DO : 溶存酸素量 (mg/L)	TDN : 溶存態全窒素
NO ₂ -N : 亜硝酸態窒素	DIP : 溶存無機態リン
NO ₃ -N : 硝酸態窒素	DOP : 溶存有機態リン
NH ₄ -N : アンモニア態窒素	TDP : 溶存態全リン
PO ₄ -P : リン酸態リン	Si : ケイ酸態ケイ素
DIN : 溶存無機態窒素	Chl-a : クロロフィルー a
DON : 溶存有機態窒素	

調査点及び調査層

一般調査点 (水深0, 10m) : 9点

精密調査点 (水深0, 5, 10, 20, 30, 50, 100, B-10m^{*}) 3点 計12点 ※: 海底より-10m

2) 八代海

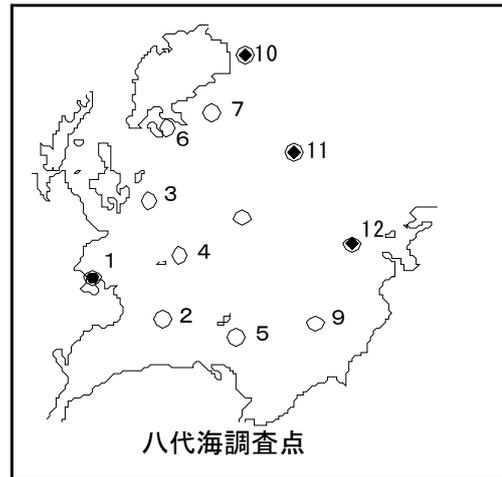
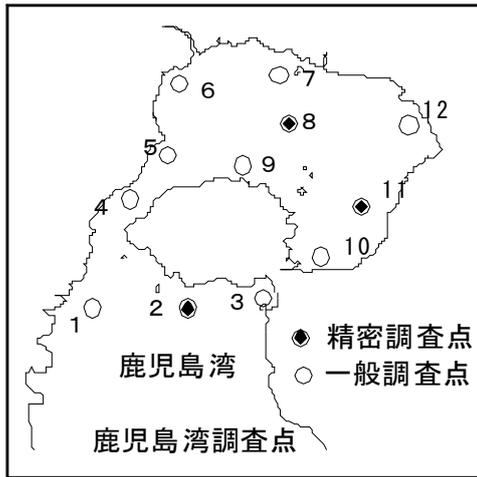
調査回数: 6月1回, 7月2回, 8月1回の計4回 (他事業分を含め, 周年実施)

調査項目: 鹿児島湾に同じ

調査点及び調査層

一般調査点 (水深0, 10m) 8点

精密調査点 (水深0, 5, 10, 20, 30, B-1m) 4点 計12点



2 有毒プランクトンモニタリング

貝類養殖場周辺において、貝毒原因プランクトンの一種である *Alexandrium* 属のモニタリング調査を、関係機関（漁協、養殖業者等）の依頼や赤潮調査と並行して実施した。

3 貧酸素水塊調査

貧酸素状態の発生時期（9～10月）に、主に鹿児島湾で貧酸素のモニタリング調査を、赤潮調査と同時に実施した。

4 赤潮情報等の発信、研修

有害・有毒プランクトンモニタリング調査の結果や注意報・警報を、FAX、パソコンや携帯電話のホームページ、携帯電話メールを利用して、漁協及び漁業者に情報を伝達した。

また魚類養殖漁業者等を対象に、赤潮研修会を実施した。

【結果】

1 赤潮被害防止対策調査

1) 鹿児島湾

(1) プランクトンの状況

期間全体を通して細胞数は少なかったが、10月には *Skeletonema costatum* を中心とした珪藻類が優占した。

有害種については、4～6月に *Ceratium* 属がみられたが、赤潮の形成には至らなかった。*Chattonella marina* や *Heterosigma akashiwo* は確認されなかった。

また、鹿児島湾における赤潮の発生件数は2件であり、原因種は *Mesodinium rubrum* と *Noctiluca scintillans* の混合が1件と、*Prorocentrum balticum* が17年ぶりに赤潮を形成した1件であったが、漁業被害は確認されなかった。（表1）

表 1 平成 21 年度 鹿児島湾における赤潮発生状況

No	発生期間	発生海域	赤潮構成プランクトン 種名	細胞密度 (cells/ml)	最大面積 (km ²)	漁業被害 の有無
1	6/23	鹿児島湾奥	メソディニウム ルブラム	875	20.0	なし
			ノクチルカ シンチランス	不明	8.0	
2	9/15-9/17	鹿児島湾奥	プロロセントラム バルチカム	13,250	10.0	なし

(2) 海象

平年（平成元年～20年度同時期の平均）と比較すると、表層水温は観測期間中、平年値±1℃程度の範囲内で推移した。表層水温の最高値は8月で28.9℃、最低値は1月で17.2℃であった。

表層塩分は梅雨時期である7月に31.7まで低下したが、降水量が少なかったため例年と比べて下降幅が小さかった。その後、冬季にかけて34前後に上昇した。

透明度は春季から夏季にかけては低く、また湾中央部と比較して湾奥部が低いという例年と同様の傾向で推移した（最大値は12月で15.0m、最小値は10月で5.5m）。

(3) 水質

期間中の表層の栄養塩は、DIN、DIPともに春から夏季にかけては低濃度で、鉛直循環が始まる秋季から冬季にかけて上昇する例年と同様の傾向で推移した。4～10月にかけては、DINが表層で0.5～2.8μg-at/l、DIPが0.03～0.22μg-at/lの範囲で推移した。10月以降、濃度が上昇し、1月にDINが表層で6.8μg-at/l、10m層で6.5μg-at/l、DIPが表層で1.00μg-at/l、10m層で0.98μg-at/lと最高値を示した。

2) 八代海

(1) プランクトンの状況

4～7月にかけては、例年に比べて珪藻類が少ない状態が続いた。秋季以降は *Thalassiosira spp.* を中心とした珪藻類が優占した時期も一時あったが、例年同様、全体的にプランクトンの数、種類ともに少ない状況が続いた。

八代海における赤潮の発生は3件で、原因種は *Chattonella antiqua* が1件、*Cochlodinium polykrioides* が2件であった。7月下旬～8月中旬に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮は、八代海北部海域を中心に赤潮を形成して着色域が南下し、最終的に八代海南部海域のほとんどが着色して高密度で漁場内へ流入したことにより、過去最大の漁業被害が発生した（ブリ当年～3年魚121万4千尾、20億3200万円）。それに前後して発生した *Cochlodinium polykrioides* による赤潮は短期間で、漁業被害はなかった。（表2）

表 2 平成 21 年度 八代海における赤潮発生状況

No	発生期間	発生海域	赤潮構成プランクトン 種名	細胞密度 (cells/ml)	最大面積 (km ²)	漁業被害 の有無
1	7/21-7/22	八代海獅子島東岸沖	コックロディニウム ポリクリコイデス	800		なし
2	7/28-8/10	八代海南部海域	シヤトネラ アンティーカ	3,000		有り
3	8/10-8/13	八代海伊唐島東岸沖	コックロディニウム ポリクリコイデス	248	5.0	なし

(2) 海象

表層水温は6月が平年値をやや下回ったが、その他の月では平年値±1℃程度の範囲内で推移した。水温の最高値は8月で27.8℃、最低値は1月で14.0℃であった。

表層塩分は7月中旬から下旬にかけてまとまった降雨があり、8月に30.9まで低下した。それ以降は上昇し、冬季にかけて33～34前後で推移した。

透明度は、春季の4月が17.6m、5月が18.9mと、平年に比べて高めで、調査期間中の最高値を示した。その後6月以降1月まで、8～12m前後の範囲で推移した。

(3) 水質

表層の栄養塩を平年と比較すると、栄養塩はDIN、DIPともに春から夏季にかけては低い値で推移し、鉛直循環が始まる秋季から上昇する例年同様の傾向を示した。4～9月にかけては、DINが表層で0.7～1.7μg-at/l、DIPが0.03～0.18μg-at/lの範囲で推移した。秋季から濃度が上昇し、1月にDINが表層、10m層ともに4.5μg-at/l、DIPが表層で0.42μg-at/l、10m層で0.44μg-at/lと最高値を示した。11、12月は表層、10m層ともに栄養塩濃度が前月と比べて減少しているが、これらは海域全体に増殖していた植物プランクトン（珪藻類）による消費と考えられる。

2 有毒プランクトンモニタリング

長島町浦底湾では、6月2日の調査で貝毒原因プランクトンの一種である *Alexandrium catenella* (以下 *A.catenella*) が2cells/L確認されたが、その後の増殖は確認されなかった。(表3)

表3 平成21年度の有毒プランクトン (*A.catenella*) モニタリング実施結果

調査日	海 域	細胞密度 (cells/L)	備 考
6/ 2	長島町浦底湾	2	

3 貧酸素水塊調査

9月9日の調査で、鹿児島湾奥部の竜ヶ水沖、重富沖、隼人沖、牛根麓沖の水深15m以深において、4.0mg/lを下回る貧酸素水塊が確認された。その後も水深25m以深で貧酸素水塊が確認され、この状態は10月13日の調査時も見られたが、11月下旬の調査時には確認されなかった。なお、これによる漁業被害は確認されなかった。

4 赤潮情報等の発信、研修

1) 赤潮情報、注意報等の発行

有害有毒プランクトンモニタリング調査の結果は、赤潮（及び貧酸素）情報、注意報、警報としてとりまとめ、FAX及びホームページ（パソコン及び携帯電話向け）を用いて情報伝達した。また、携帯電話のメールによる赤潮情報を、登録者に発信した。

今年度は、赤潮情報15回、注意報5回、警報5回、貧酸素情報2回を発行した。

期間中は、鹿児島湾関係の36機関、八代海関係の26機関に対し、延べ792回のFAX送信による情報伝達を行った。またホームページの閲覧回数は、パソコン版が131,564回（20年度は約106,000回）、携帯電話版が62,427回（20年度は約57,000回）で、7月下旬～8月中旬に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮の影響もあって、昨年度より増加した。さらにメールアドレスは、鹿児島湾関係で約

120名、八代海関係で約60名の登録があり、登録者に対し随時情報を伝達した。これらのことから、赤潮情報の伝達ネットワークの強化を図ることができた。

2) 研修会の実施

平成21年4月から22年3月まで合計5回の赤潮研修会を実施した。漁協職員や魚類養殖漁業者等が約295名受講し、県内の赤潮発生状況、赤潮の発生と対策等について講義することにより、赤潮の知識及び対処法の普及・啓発を図ることができた。（表4）

表4 平成21年度の赤潮に関する研修会実績

月 日	会 議 名	研 修 内 容	備 考 (参加人数等)
4月27日	魚類養殖共済関係漁協会議 (鹿児島市)	平成20年度の赤潮発生状況について	約40名
5月12日	八代海赤潮監視体制検討会議 (熊本県上天草市)	鹿児島県における赤潮発生状況等	約15名
12月 6日	長島町赤潮シンポジウム (長島町)	今年度のシャトネラ アンティーカー 赤潮の発生状況と来年度の調査体制	約200名
1月25日	養殖共済に係る地区調査員会 議 (指宿市)	〃	約20名
2月18日	赤潮被害防止対策に係る情報 交換会 (長島町)	赤潮発生時における被害防止対策に ついて	約20名

赤潮総合対策調査事業－Ⅱ

(有害赤潮発生に関する生態学的研究)

西 広海・ 田原義雄

【目 的】

閉鎖性海域における環境特性を明らかにするとともに、有害プランクトンの発生動向や生態等を明らかにし、赤潮発生予察技術等を開発するうえでの基礎資料を得る。

長期間・広範囲にわたる総合的な環境調査や室内培養試験などを行うことにより、高水温・高塩分に至適性を持ったシャトネラ属による赤潮発生機構を解明するとともに、赤潮防除技術の開発研究を行うことで、各種赤潮による漁業被害の未然防止と、養殖漁業経営の安定化を図る。

【方 法】

1 漁場環境の周年モニタリング調査

鹿児島湾及び八代海における12定点（赤潮調査事業と同じ）において以下の事項を調査した。

調査項目：気象，海象（水温，塩分，透明度，水色），水質*（DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, DIN, DON, TDN, DIP, DOP, TDP, Si, Chl-a），プランクトン（各層採水）

※：水質項目の略号の説明は、別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

2 赤潮発生動向調査

1) プランクトン発生動向調査

鹿児島湾と八代海で周年モニタリングを行った。

2) 赤潮発生メカニズムの解明

鹿児島湾産 *Chattonella marina*（以下 *C.marina*）と八代海産 *C.marina*, *Chattonella antiqua*（以下 *C. antiqua*）の増殖に及ぼす水温・塩分の影響について把握するため、室内での増殖試験を実施した。今年度は、低水温（10, 15, 20℃）での各塩分区分における細胞数の増殖について検討した。

【結 果】

1) プランクトン発生動向調査

【鹿児島湾】

期間全体を通して細胞数は少なかったが、10月には *Skeletonema costatum* を中心とした珪藻類が優占した。有害種については、4～6月に *Ceratium* 属がみられたが、赤潮の形成には至らなかった。ほか *Chattonella marina* や *Heterosigma akashiwo* は確認されなかった。

【八代海】

4～7月にかけて、例年に比べて珪藻類が少ない状態が続いた。秋季以降は *Thalassiosira spp.* を中心とした珪藻類が優占した。有害種については、7～8月に *Chattonella antiqua*, *Cochlodinium polykrikoides* が赤潮を形成した。特に7月下旬～8月中旬に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮は、八代海北部海域を中心に赤潮を形成して着色域が南下し、最終的に八代海南部海域のほとんどが着色して高密度で漁場内へ流入したことにより、過去最大の漁業被害が発生した（ブリ当年～3年魚121万4千尾、20億3200万円）。その他 *Cochlodinium polykrikoides* による赤潮は短期間で、漁業被害はなかった。

2) 赤潮発生メカニズムの解明

水温10, 15, 20℃の各塩分区分における細胞数の日別変化を、図-1~9に示す。

平成20年度は水温25, 30℃の各塩分区分について試験を実施した結果、*Chattonella antiqua* は、塩分による増殖の差は顕著には見られなかった。*Chattonella marina* は、鹿児島湾産株、八代海産株とも水温30℃、塩分24, 20の高水温、低塩分で増殖がやや低水準であった。*Chattonella marina* の比増殖速度を見ると、鹿児島湾産株は水温25度、塩分32, 28で 0.65day^{-1} 、八代海産株は水温30度、塩分36で 0.59day^{-1} と最高値を示し、八代海産株は、高水温、高塩分を好む傾向があった。

平成21年度は水温10, 15, 20℃の各塩分区分について試験を実施した結果、水温10℃では、3種の株とも増殖しなかった。*Chattonella marina* の鹿児島湾産株は、15℃でも他種株と比べて増殖した。また、低塩分の方が増殖量が多い傾向があるが、塩分20区では劣った。*Chattonella marina* の八代海産株は、20℃以下では他種株より増殖量が劣った。*Chattonella antiqua* は、水温15℃でも増殖するものの、*Chattonella marina* の鹿児島湾産株には劣った。高水温区分の結果と同様に、20℃以下でも塩分濃度による増殖の差は顕著には見られなかった。

水温10, 15, 20℃の各水温区分における塩分毎の比増殖速度を図-10, 11に、3種の株毎の比増殖速度を図-12~14に示す。比増殖速度を見ると、*Chattonella antiqua* は、20~30℃で低塩分を好む傾向が見られた。*Chattonella marina* の鹿児島湾産株は、水温20℃、塩分20で 0.68day^{-1} と最高値を示し、低水温、低塩分でも増殖したことから、増殖可能な水温範囲や塩分範囲が広い種であると推察された。*Chattonella marina* の八代海産株は、水温20℃では低塩分を好む傾向があったが、比増殖速度を見ると、高水温、高塩分の方が増殖速度が高く、昨年度の試験結果を裏付ける結果となった。

※比増殖速度：1日当たりの増殖割合を示し、数値が大きいほど増殖速度が高い。

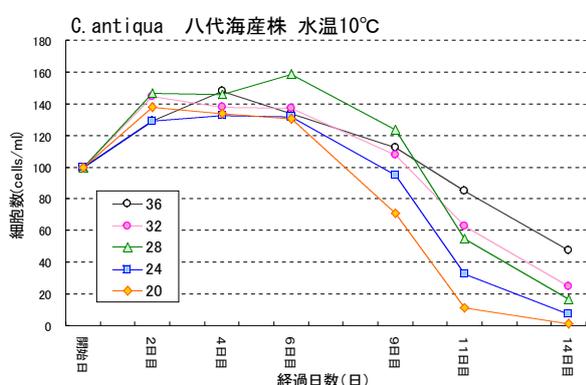


図-1 塩分区分別細胞数の推移 (C. antiqua 水温10℃)

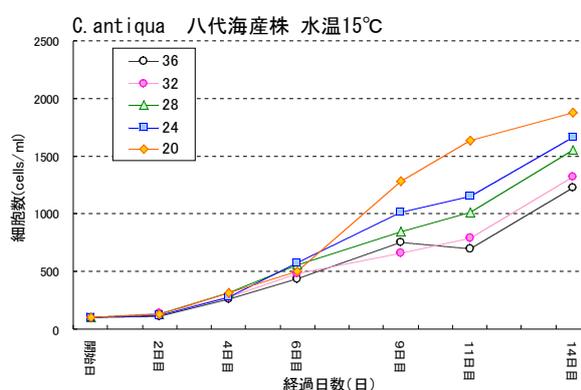


図-2 塩分区分別細胞数の推移 (C. antiqua 水温15℃)

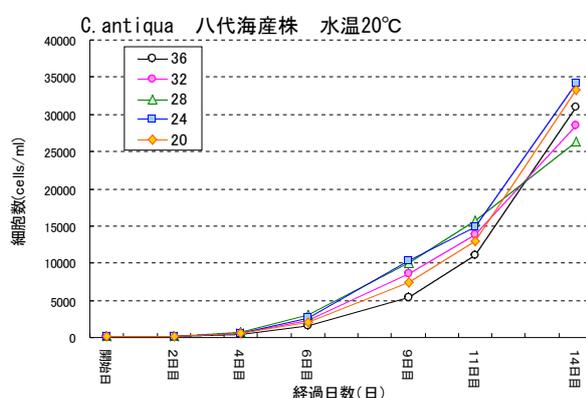


図-3 塩分区分別細胞数の推移 (C. antiqua 水温20℃)

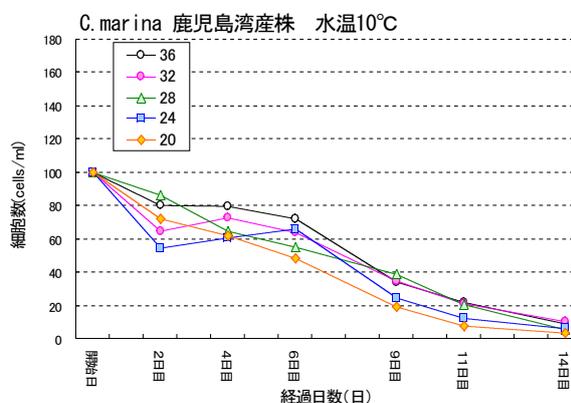


図-4 塩分区分別細胞数の推移 (C. marina 水温10℃)

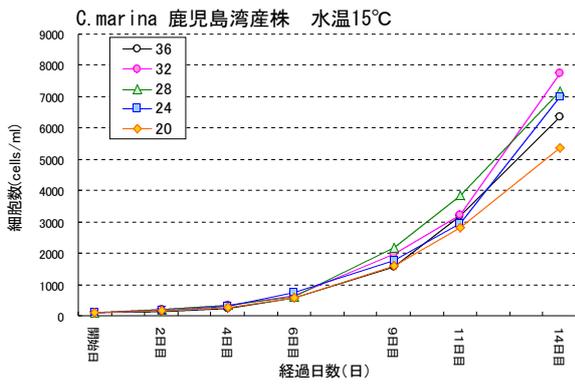


図-5 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温15°C)

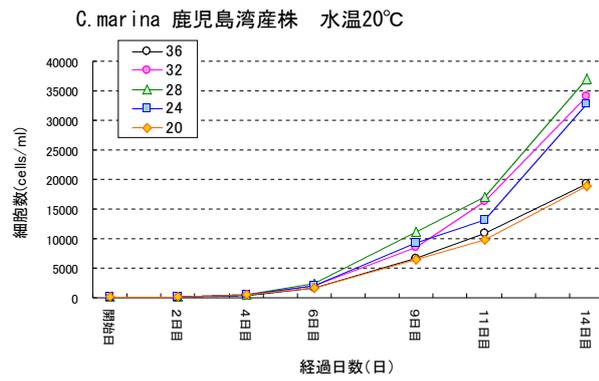


図-6 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温20°C)

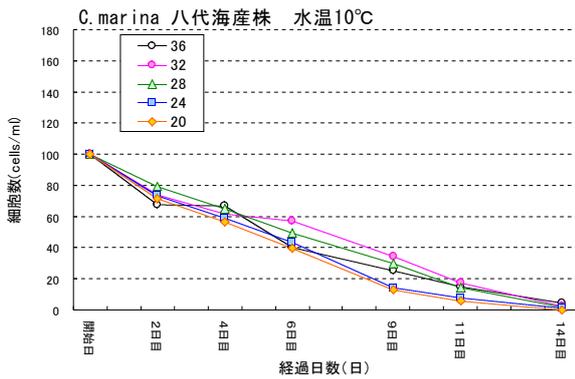


図-7 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温10°C)

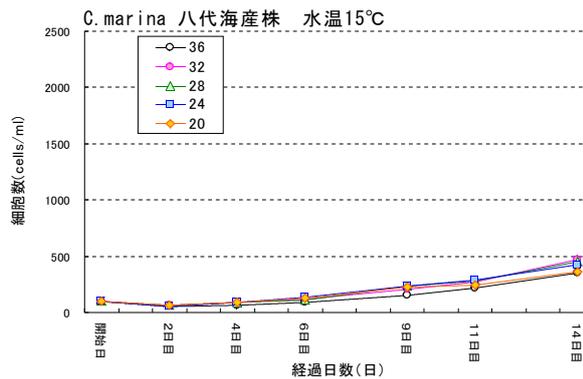


図-8 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温15°C)

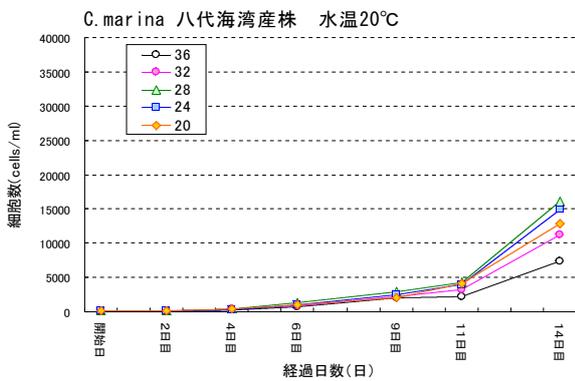


図-9 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温20°C)

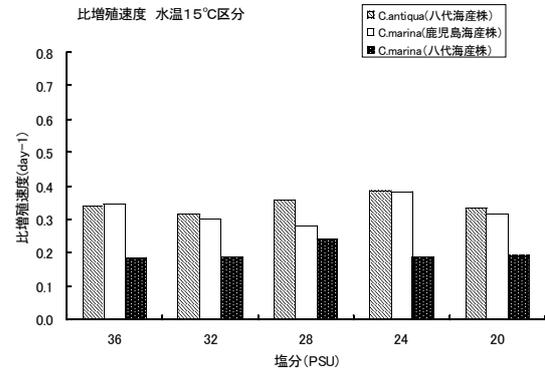


図-10 塩分区分別比増殖速度 (水温15°C)

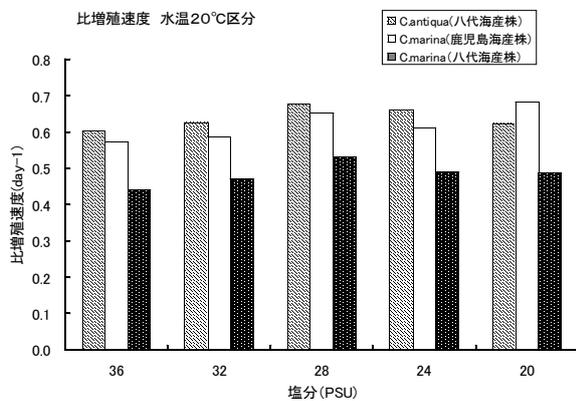


図-11 塩分区分別比増殖速度 (水温20°C)

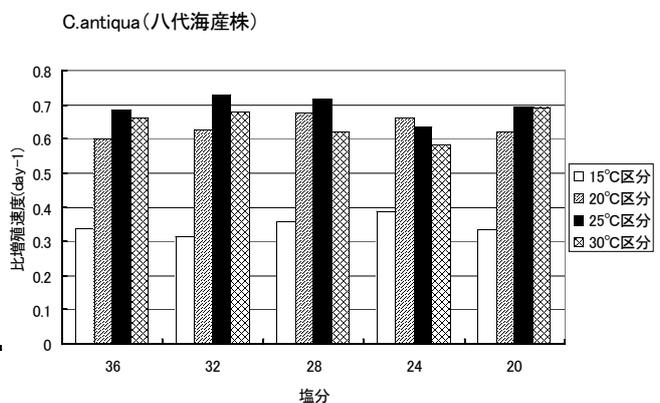


図-12 塩分別比増殖速度 (C. antiqua)

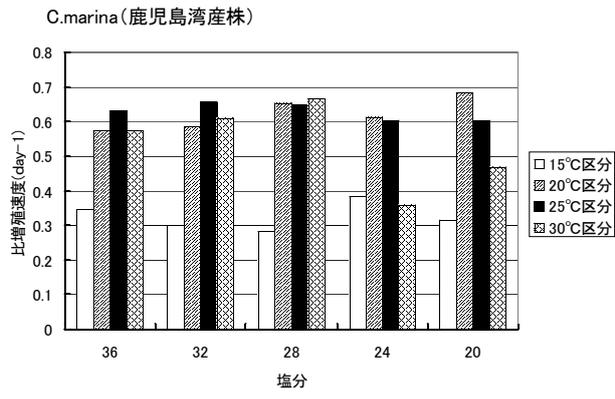


図-13 塩分区分別比増殖速度 (C.marina)

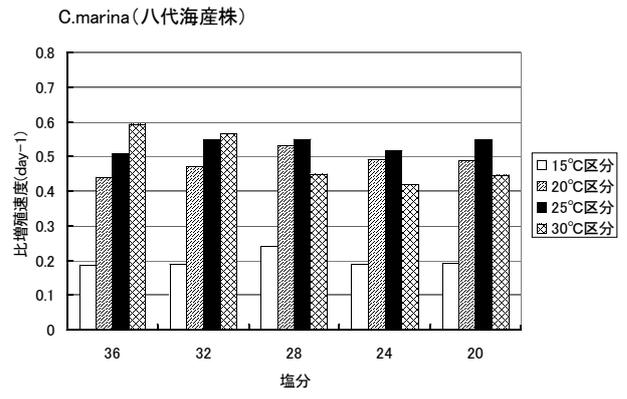


図-14 塩分区分別比増殖速度 (C.marina)

赤潮総合対策調査事業－Ⅲ (コクロディニウム赤潮に関する研究)

西 広海・田原義雄

【目 的】

これまでにコクロディニウム赤潮が頻発し、基礎的な知見が揃っている八代海を調査対象海域に設定し、(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所を中心に、熊本県、鹿児島県、京都大学と共同で長期間・広範囲にわたる総合的な環境調査等を実施し、コクロディニウム赤潮の発生機構を解明し予察・防除技術の開発を行う。

【方 法】

1 発生環境調査

八代海において、周年調査を実施した。

1) 調査回数・時期：年18回(備船)

通常調査(月1回)・・・4～5月,9～翌3月

精密調査(月3回)・・・6～8月

2) 調査点数：12点

3) 調査項目：気象,海象(水温,塩分,透明度,水色),水質*(DO,pH,NO₂-N,NO₃-N,NH₄-N,PO₄-P,DIN,DON,TDN,DIP,DOP,TDP,Si,Chl-a),プランクトン(各層採水)

※：水質項目の略号の説明は、別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

2 発生動向調査

1) プランクトン組成の把握

2) コクロディニウム出現動向の把握

→0～10mの柱状採水(内径35mmのビニール製ホースを水面から水深10mまで垂下し,採水する。)

→1Lを濃縮ろ過し,検鏡してコクロディニウムの細胞数を計数する。

3) DNA抽出試料サンプリング

→柱状採水の残り約9LをPCR分析用試料とするために3μmフィルターでろ過して冷凍保存する。

【結 果】

1 発生環境調査

18回の調査による測定値を平年(平成元年～19年度同時期の平均)値と比較すると、表層水温は7月が平年値より2℃程度高かったが、その他の月では平年値±1℃程度の範囲内で推移した。表層塩分は梅雨時期である6月に下降したが、それ以降上昇し、冬季にかけて32～33前後で推移した。

期間中の表層の栄養塩は、DIN, DIPともに春から夏季にかけては低い値で推移し、鉛直

循環が始まる秋～冬季にかけて上昇する例年同様の傾向を示した。数値を見ると、4～9月にかけては、DINが表層で $0.5\sim 1.5\ \mu\text{g-at/l}$ 、DIPが $0.01\sim 0.15\ \mu\text{g-at/l}$ の範囲で推移したが、秋季から冬季にかけて上昇し、11月にDINが表層、10m層ともに $6.2\ \mu\text{g-at/l}$ 、DIPが表層、10m層ともに $0.63\ \mu\text{g-at/l}$ で期間中の最高値を示した。12月は表層・10m層とも栄養塩が前月と比べて減少したが、これらの下降は、海域全体に増殖していた植物プランクトンによる消費と考えられる。

2 発生動向調査

1) プランクトン組成

4～7月にかけて、例年に比べて珪藻類が少ない状態が続いた。秋季以降は *Thalassiosira spp.* を中心とした珪藻類が優占した時期も一時あったが、例年同様、全体的にプランクトンの数、種類ともに少ない状況が続いた。

2) コクロディニウム出現動向

周年調査の結果、今年度のコクロディニウムによる赤潮は2件発生した。まず7月21日の東町漁協調査で、熊本県の御所浦島南端～芦北郡津奈木町沖以北全域でコクロディニウムによる着色域が確認され、細胞数は本県獅子島周辺で最大 20cells/ml が確認された。翌22日の調査では着色域は確認されず、細胞数は 4cells/ml 以下であった。なお、27日の調査で、コクロディニウムの細胞数は 4cells/ml 以下となり、終息を確認した。次に7月28日～8月10日のシャトネラ アンティーカによる赤潮の後、8月10日午後の東町漁協調査で、コクロディニウムによる着色域が伊唐島東岸沖で確認され、最高 205cells/ml を確認した。その後13日の東町漁協調査で、着色域、細胞も確認できず、終息を確認した。

今年度は7月中旬から下旬にかけてまとまった降雨があり、その影響で8月に表層塩分は 30.9 まで低下し、同時に水温上昇が妨げられて(26°C で維持)、シャトネラ アンティーカに適した海洋環境となったことが、赤潮を形成したコクロディニウムが短期間で終息した一因と考えられた。

3) DNA抽出試料サンプリング

リアルタイムPCR法によるコクロディニウム検出に係る試料を脇崎沖、水俣沖の2定点にて柱状採水(10m)を行い、採水試料中の *C.polykrikoides* を計数すると共に、 $3\ \mu\text{m}$ ポアのメンブレンフィルターにてろ過し、プランクトンを回収し、DNA抽出試料として凍結保存した。試料は(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所に送付し、分析結果については別途報告される。

鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅰ

徳永成光，猪狩忠光，吉満敏

【目的】

磯焼け現象により藻場が消失した本県沿岸において，各種環境条件に応じた藻場回復技術の開発とその普及，磯焼け診断等を行う。

【方法】

1 藻場回復主幹研究

①核藻場型藻場造成試験

核藻場型藻場造成の手法を確立させるため，南さつま市笠沙町において，藻場造成地周辺の状況調査を実施した。（毎年継続して実施）

②中層網型藻場造成試験

内湾における有効な種苗添加法としての中層網型藻場造成の手法を確立させるため，指宿市岩本地区において，平成20年度と同じ2箇所の試験地において藻場造成試験を実施した（図1）。

試験地は，平成20年度に中層網を用いた造成地への種苗添加と食害防止のためのウニ除去を実施した2箇所であるが，濃密な藻場となっている場所が見られるものの，藻体長は1 m程度と良好年の2 m以上には及ばず，枝の下部に葉が少ない藻体が多く見られる（図2）など，藻体の生長が不調で，また，アオリイカ漁場としての機能を高めるためには更なる増殖が必要との漁協の意見もあり，平成20年度と同じ箇所を試験地とした。

また，藻体の生長状況は良くないものの，広範囲にヤツマタモクやマメタワラが分布していることから，人為的に種苗を添加する必要はないと判断し，食害動物であるウニ類の除去のみを実施した。

ウニの除去は，5月19日～20日に鹿児島水産高校主体で実施し，ガンガゼ4,562個及びナガウニ等を6,273個，合計10,835個を除去した（図3）。

試験地の追跡調査については，12月に潜水調査を実施し，ホンダワラ類の藻体長の測定等を実施した。



図1 指宿市岩本地区 試験地位置図



図2 下部に葉の少ない藻体



図3 水産高校生によるウニ除去

2 藻場機能解明研究

食害動物の有効利用に関する研究

平成20年5月にガンガゼの身入り率（生殖腺重量／殻付き重量×100）を測定したところ 17.3%と高い値を示していたことから、ガンガゼの利活用を鹿児島水産高校と検討し、比較的簡易な加工法である塩ウニの加工に取り組むこととした。

塩ウニ加工法については、当センターの安全食品部が水産高校生を指導した。

加工法は、①殻を割って生殖腺を取り出し、②洗浄後に塩を添加、③一昼夜冷蔵保管後に水切り④色の悪い部分を除去後瓶詰め、の手順で実施した。

なお、添加する塩濃度は8%及び10%の2段階とし、歩留まり等を比較した。

3 南方系ホンダワラの分類と生態等に関する研究

第7回目となる亜熱帯性ホンダワラ属藻類の分類に関するワークショップを開催し、国・県の試験研究機関による情報提供や不明種の分類・同定を実施した。

4 磯焼け診断調査・藻場回復指導

肝付町高山地区について、平成19年度から継続して調査・指導を実施。平成19年度の診断調査・藻場造成手法提案により飯ヶ谷地先へ設置された藻場礁（平成19年度・20年度石油貯蔵施設周辺地域魚礁設置事業による藻場SGブロック）や平成20年に鹿児島水産高校によるウニ類の除去が実施された海岸付近の岩礁域について、4月、7月、11月と計3回の追跡調査を高山漁協、同青年部、大隅地域振興局と共に実施した。なお、当該地区の藻場回復制限要因は、大量に分布が見られるウニ類の食害であると考えられることから、平成21年7月上旬に2年目となる鹿児島水産高校によるウニ類の除去が実施され、漁協青年部、地域振興局との連携により、ナガウニ主体に2万個体以上のウニ類を除去した。

【結 果】

1 藻場回復主幹研究

①核藻場型藻場造成試験

笠沙地区核藻場型藻場造成地の状況観察を引き続き実施。本年も小浦地区ではウミトラノオ、マメタワラ、ヤツタモクによる温帯性（在来）ホンダワラ類藻場が形成されたが、崎ノ山で近年毎年見られていたフタエモクによる南方系（亜熱帯性）ホンダワラ類藻場は形成されなかった（図4）。

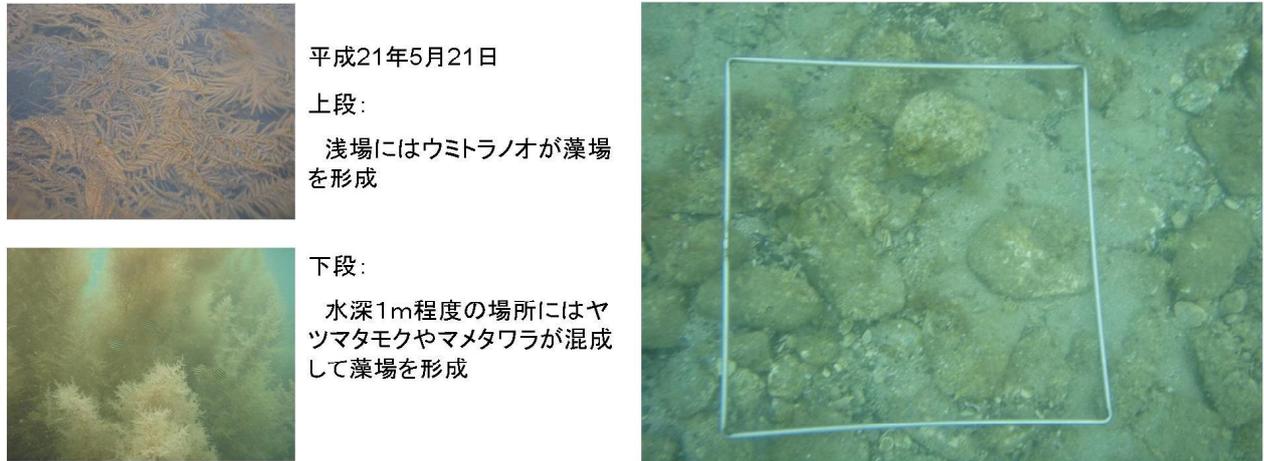


図4 小浦地区（左）と崎ノ山地区（右）の藻場形成状況

本邦南西水域の環境変化に対応した藻場の回復・拡大技術の高度化事業の報告で考察したように、崎ノ山地区において平成21年度に藻場が形成できなかった原因は、藻場形成年と比較して、冬季の水温が高く推移していたことから、冬季の高水温という特異的な環境条件が魚類の食害を招き、藻場形成を阻害したと推察された。

なお、藻場が形成されなかったことにより幼体の供給も少なく、平成21年の新規加入個体は少ないと考えられるが、夏季以降になって、生残していた付着器から生じたと思われるフタエモク幼体が天然藻場形成域各所で確認された（図5）ことから、平成22年に藻場を形成する個体数は十分に維持されていると考えられた。



図5 平成21年10月に崎ノ山地区で確認された幼体

（左：巨礫全体 右：巨礫を薄く覆う砂を除去すると、左画像の長方形部分にはフタエモクと思われる幼体が複数確認できる。）

②中層網型藻場造成試験

平成21年12月に指宿市岩本地区の追跡調査を実施した結果、広範囲にヤツマタモクやマメタワラが繁茂していることが確認された。

昨年の同時期（平成20年11月）は、繁茂している場所が少なく、食害を受けたと思われる短い藻体や浮泥を被ったような幼体が多く見られていたが、平成21年は広範囲に繁茂が見られ、1mを超えるほどに生長したヤツマタモク等が確認された（図6）。

平成22年1月時点では、干潮時に海面に頭を出すほど生長したエリアも見られ、良好な藻場形成状態であると思われた。



図6 平成21年12月1日の状況
（右画像中央部の棒は、長さ1mの物差し）

2 藻場機能解明研究

食害動物の有効利用に関する研究

塩ウニは、塩添加により原料の生殖腺から水分が除去され、歩留まり（瓶詰め重量／（生殖腺+塩）×100）は10%添加区が59.4%、8%添加区は73.3%と差が見られた。10%添加区は食塩を使用したため、8%添加区はにがり入りの塩であったため、8%区は脱水能力が弱く歩留まりが高かったと考えられた。

味については悪くないものの、8%添加区でもやや塩辛い印象であった。また、瓶詰め後の色調が黒っぽく（図7）、見栄えが良くない点もあり、今後、他の加工法についても検討する必要があると考えられた。



図7 ガンガゼの生殖腺および塩ウニ試作品

3 南方系ホンダワラの分類と生態等に関する研究

16機関22名が参加し、話題提供による情報交換や海藻類研究者による不明種等の分類・同定を行った(図8)。

話題提供事項

- 1) 「佐賀県唐津市馬渡島と松島において進行する藻場の衰退とサンゴ群集の形成」 新井章吾(株式会社 海藻研究所)
- 2) 「ウニと魚とガラモ場造成」 荒武久道(宮崎県 水産試験場)
- 3) 「温帯性海域への南方系ホンダワラ属の移入予報」 島袋寛盛(瀬戸内海区水産研究所)



図8 不明種等の分類状況

4 磯焼け診断調査・藻場回復指導

肝付町高山地区については、H20年度に漁協青年部によるスポアバック法でのホンダワラ類種苗添加と水産高校生によるウニ類除去を実施したものの、平成21年4月の調査では海岸から海底へと続く巨石のかけ上がりに相当量のウニが見られ(図9)、藻場回復実施域にホンダワラ類は確認できなかった。

平成21年7月9～10日に水産高校によるウニ類除去が実施されたが、4月の調査時から藻場回復実施域の岸よりの巨石上に天然のフタエモク群落(図10)があったため、フタエモク群落周辺を中心にウニ類除去を実施するよう指導した。



図9 石のすき間に見られたウニ類



図10 巨石上のフタエモク群落

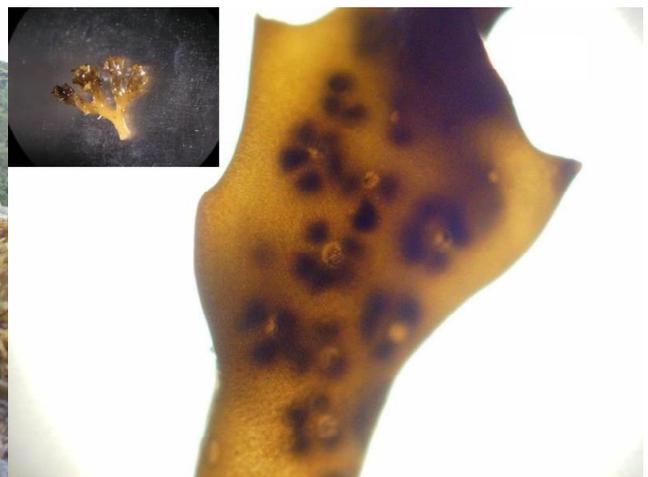
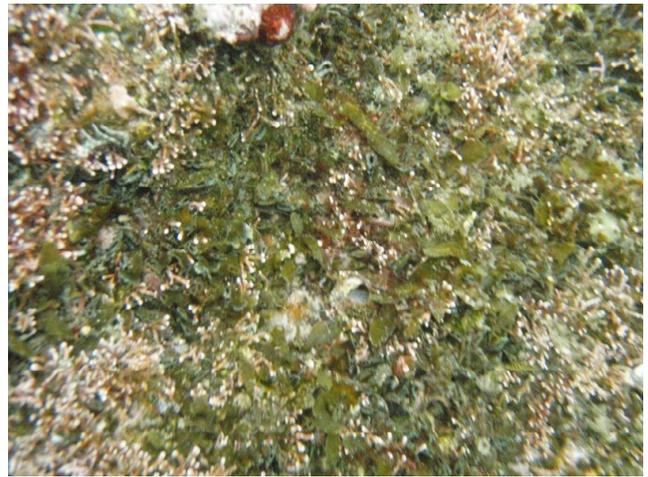


図11 雌性生殖器床

フタエモクの雌性生殖器床を顕微鏡観察すると、放卵前の生殖器床も見られ(図11)、ウニが除去された後に幼胚が供給されることとなるため、ウニ除去の実施時期としてはちょうど良い時

期であったと判断された。

ウニ類除去から約4ヶ月後の11月16日に追跡調査を実施したが、ウニ類の密度は低下しているように感じられるものの、依然としてウニ類は多く見られ、ホンダワラ類幼体は確認できなかった。フタエモク群落のあった巨石上のみ、1センチ未満のフタエモクと思われる幼体が密生しており(図11)、平成22年も群落を形成すると推測された。



このような状況から、肝付町高山地区においては、核藻場型藻場造成手法を導入し、巨石上のフタエモク群落を核藻場(=種苗供給源)として、群落周辺のウニ類除去(=藻場形成制限要因の排除)によるフタエモク群落拡大を図ることが適していると考えられた。

図11 巨石上に密生する幼体

藻場調査や藻場回復指導は、肝付町高山地区のほか、平成21年4月に霧島市隼人地区、福山地区の藻場造成適地調査及び造成指導、鹿児島湾内及び南さつま市のアマモ場分布調査、5月に指宿市魚見港南沖の藻場造成指導、6月に垂水市湾奥部側の藻場造成適地調査、平成22年3月に指宿市(山川町漁協管内)の藻場調査を実施した。

4月に実施したアマモ場分布調査では、南さつま市笠沙町と指宿市山川地区、鹿屋市古江地区に比較的規模の大きなアマモ場が確認された。鹿児島湾奥部については、小規模群落はあるものの、2006年以降は主要なアマモ場が消失した状態が現在も続いている状況であった。

鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅱ

(南西水域藻場回復・拡大技術高度化事業)

徳永成光, 猪狩忠光, 吉満敏, 田原義雄, 田中敏博 (水産振興課)

【目的】

磯根資源の増大や環境変動の緩和に寄与する藻場の回復目標設定の基準確立と、残存藻場の維持機構を利用した藻場の回復・拡大技術の高度化を図る。

この目的達成のため、九州周辺水域をモデルとして、藻場の現状と変動傾向を把握し、南方系ホンダワラ類の機能や諸特徴、植食性魚類の行動特性などの解明、および藻場造成の実証試験を行う。

【全体事業の概要】

調査は広域連携研究として行われ、西海区水産研究所（中核機関）、瀬戸内海区水産研究所、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、鹿児島県、宮崎県、鹿児島大学、長崎大学、(株)水棲生物研究所、大瀬戸町漁業協同組合、笠沙町漁業協同組合が参加している。下記3課題について、西海区水研を核に各県等が分担・連携して実施した。

(実線は本県が担当実施した項目。破線は他機関と連携した項目。それ以外は他機関の実施項目。)

事業期間は、H19～21年度の3年。

1. 本邦南西水域の藻場の実態および変動傾向の把握

(1) 現地調査による藻場の現状と変動傾向の把握

(2) 衛星画像解析による藻場の広域変動の把握

2. 本邦南西水域の藻場の特性評価

(1) 藻場構成種の分類学的検討

(2) 残存藻場の維持機構の解明

(3) 南方系海藻の磯根資源に対する育成機能の解明

(4) 藻場の類型化と評価表の作成

3. 本邦南西水域に適した藻場の回復・拡大技術の高度化

(1) バイオテレメトリー技術等を用いた藻食性魚類の行動生態の解明

(2) 藻場の回復・拡大技術の実証

(3) 造成藻場の磯根資源に対する効果の実証

【結果】

本県が実施した項目について、3カ年の最終的な報告内容を以下に示す。

なお、他県分を含む全体的な報告書は、「本邦南西水域の環境変化に対応した藻場の回復・拡大技術の高度化 研究成果報告書」としてとりまとめ、本報告内容が掲載される予定。

1 現地調査による藻場の現状と変動傾向の把握

目的

九州沿岸における藻場の現状を把握するとともに、1970年代後半に行われた沿岸海域藻場調査（西海区水産研究所，1981）と比較して、その変動傾向を明らかにすることを目的とした。また、南さつま市笠沙町地先では、沿岸海域藻場調査による1978年の調査定線8（以下、「1978調査定線8」という）の「崎ノ山」に隣接して、構成種が異なる藻場を形成する地点「小浦」があったことから、その要因について考察した。

材料および方法

1970年代に調査が行われた地点から藻場が現存する場所を選択し、SCUBA潜水によるライン調査を2007年6月～2008年12月に実施した。調査地点は、南さつま市笠沙町「崎ノ山」（1978調査定線8）、同「小浦」（新規）、いちき串木野市「羽島」（1978調査定線6、本調査地点は、旧調査定線付近が埋め立てにより変化し藻場も消失してしまったため、西側へ300m移動しライン方向も南北から西東へ変更して調査を行った。）、阿久根市「牛ノ浜」（1978調査定線5）、志布志市志布志町「夏井」（1976調査定線21）で、調査回数は2回/年とし、時期は前回調査にほぼ合わせた。

結果

調査結果を図1-1に示す。

海藻種	笠沙町崎ノ山				串木野羽島				笠沙町小浦	
	1978年		2007年		1978年		2007年		2007年	
	5月	8月	5月	9月	4月	8月	6月	10月	5月	9月
イノモク	+	+	+	+	○	○	○	+	+	+
ウミトラノオ	+	+	+	+	+	+	+	+	○	+
キレバモク	+	+	+	+	○	+	○	○	+	+
コナフキモク	+	+	+	+	○	+	○	+	+	+
ゴブクロモク	+	+	+	+	○	○	○	+	+	+
トサカモク	+	+	+	+	○	+	○	+	+	+
フタエモク	○	+	○	+	○	○	○	+	+	+
マメタワラ	○	+	+	+	+	○	+	+	○	+
ヤツマタモク	○	○	○	+	○	+	○	+	○	○
ホンダワラsp.	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+
ワカメ	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+
合 計	3	1	2	0	7	6	6	1	3	1
食 害	—	—	B	A	—	—	A	A	A	A

海藻種	阿久根市牛ノ浜				志布志町夏井			
	1978年		2008年		1976年		2008年	
	5月	8月	6月	9月	6月	12月	5・6月	12月
イソモク	○	+	○	+	○	○	○	○
ウミトラノオ	+	+	+	+	○	+	○	+
ヒジキ	○	+	○	+	+	+	+	+
コブクロモク	+	+	○	+	○	+	+	+
トサカモク	+	+	+	+	+	+	○	○
フタエモク	○	+	○	+	○	○	○	+
マメタワラ	○	○	○	+	+	+	+	+
ヤツマタモク	○	○	+	+	○	+	+	+
ノコギリモク	○	○	○	○	+	+	+	+
トゲモク	+	+	○	+	+	+	+	+
ヨレモク	○	+	+	+	+	+	+	+
ヨレモクモドキ	+	+	○	+	+	+	○	+
ツクシモク	○	+	○	+	○	+	○	+
ヘラモク	+	+	+	+	○	+	+	+
エンドウモク	+	+	○	○	+	+	+	+
エンドウモク 近似	○	+	+	+	+	+	+	+
ヒュウガモク 近似	+	+	+	+	○	+	+	+
マジリモク	+	+	+	+	+	+	○	+
ホンダワラ sp.	+	○	+	○	+	○	+	+
アントクメ	○	+	○	○	+	+	○	+
ワカメ	○	+	+	+	+	+	+	+
合計	11	4	11	4	8	3	8	2
食害	-	-	A	B	-	-	A	A

図1-1. 1970年代後半と2000年代後半における、主要な出現大型海藻種のリスト

○：出現，＋：出現せず；A：食害なし，B：食害一部あり（葉の1/3未満）

太字斜体は南方系種（*Sargassum* 亜属）

鹿児島県南さつま市笠沙町「崎ノ山」（1978調査定線8，2007年調査）では、砂上の小礫から大礫に着生したフタエモク中心の藻場であり、距岸127m水深約2.5mまでガラモ場が形成されていた（南方系ホンダワラ藻場）。1978年の調査では、ヤツマタモクやマメタワラを優占種とするガラモ場として記録されているが、今回の調査では南方系ホンダワラであるフタエモクが優占種となっていた。なお、秋期調査では、大型藻類は全く確認されなかった。

同町「小浦」（2007年調査）では、砂上の小礫から大礫に着生したウミトラノオが距岸50mから65mの水深1.2m～1.6mまで、ヤツマタモク・マメタワラが距岸65mから78mの水深約1.6mでガラモ場を形成していた（温帯性藻場）。

いちき串木野市「羽島」（1978調査定線6の西側300m，2007年調査）では、距岸15mから123mにかけてトサカモク・フタエモク（浅場）、キレバモク・ヤツマタモク（深場）が大礫から岩にガラモ場を形成していた（温帯性，南方系混在藻場）。なお本調査地点は、旧調査定線付近が埋め立てにより変化し、藻場も消失してしまったため、西側へ300m移動し、ライン方向も南北から西東へ変更して調査を行った。藻場の構成種としては1978年当時と大きな変化はなく、温帯性種から南方系種までが一部ゾーニングしながら混在して出現した。しかし、秋調査ではキレ

バモクを除くホンダワラ類の藻体を確認できなかった。

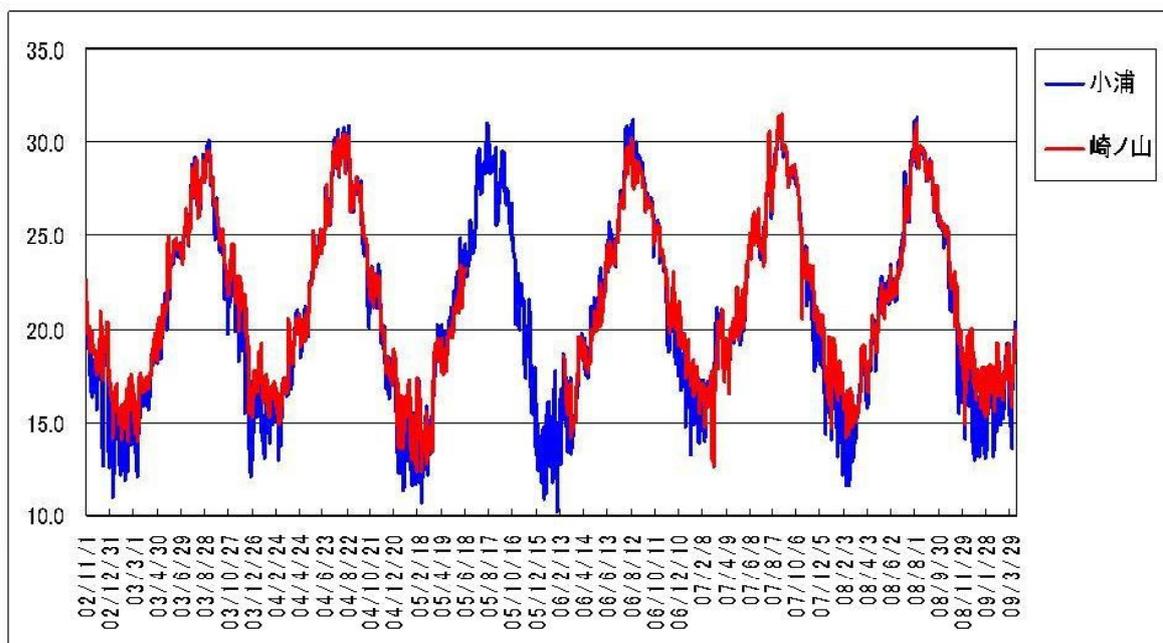
阿久根市「牛ノ浜」(1978調査定線5, 2008年調査)では, 6月には水深3m付近にヨレモクモドキ主体の藻場, 水深6~13mにアントクメ単独あるいはノコギリモク, コブクロモク, ツクシモク等が藻場を形成していた(温帯性, 南方系混在藻場)。9月では, 水深10m付近にノコギリモクとエンドウモク(幼芽)が, 水深5m以深には基部のみが残るアントクメが多く見られた。種構成は1978年当時とほぼ同一で, 大きな変化は認められなかった。また, 岸側にはナガウニ, ムラサキウニ, ガンガゼが多く, 磯焼け状態であった。なお, 港湾整備によって, 岸側約100mが埋め立てられていた。

志布志市志布志町「夏井」(1976調査定線21, 2008年調査)では, 5・6月には浅所にイソモク, ウミトラノオ, 水深3m前後にトサカモク, ヨレモクモドキの藻場, 水深9~12mにかけてマジリモク, また水深12m周辺にはツクシモクの藻場が形成されていた(温帯性, 南方系混在藻場)。12月には, 水深0.5m以浅にイソモク(幼芽), トサカモク(幼芽)が見られた。また, 水深8m以浅にはナガウニ, ムラサキウニ, ガンガゼ, タワシウニが多く見られ, ウニが密集しているところでは磯焼け状態であった。なお, 港湾整備によって, 岸側約100mが埋め立てられていた。

考察

鹿児島県南さつま市笠沙町「崎ノ山」の今回の調査では, 南方系ホンダワラであるフタエモクが主な構成種となっており, 秋期調査では, 大型藻類は全く確認されず, 春藻場の特徴が見られた。また, 今回の調査では, 1978年の調査で記録されていないサンゴ群落の発達認められ, 海藻植生の変化と併せ, 温暖化の影響による生物相の変化が強く示唆された(田中, 2006a)。なお, 本海域周辺ではパッチ状に高密度のガンガゼの蝸集が見られ, それらの場所では海藻群落を確認されなかったことから, 藻場制限要因としてガンガゼによる食圧が考えられた。一方, 2008年までは, ホンダワラ類には魚類による摂食痕が確認されたが, 藻場を消失させるまでには至っていなかった(田中, 2006b)。ところが, 2009年には藻場は形成されず, ホンダワラ類の伸長期(冬季~春季)の魚類による食害に起因すると推測された。

同町「小浦」は, 1970年代には調査されていない地点であるが, 「崎ノ山」の南方系藻場に隣接する温帯性藻場として比較のため調査を行った。1978年当時の「小浦」は, 「崎ノ山」と同様ヤツマタモク, マメタワラで構成されるガラモ場であり, 当時から植生がほとんど変化していないと考えられる。近接する「崎ノ山」と「小浦」の海藻植生が異なって来たのは2000年あたりからとされており(田中ら, 2004), その要因としては水温の違いが大きく関与していることが考えられた。2002年からの崎ノ山および小浦の水温変化を図1-2に示すが, 両海域の夏期水温はほぼ同じであるのに対し, 冬季水温は小浦の方が崎ノ山に対し1°C~2°Cほど低く推移している。この冬季水温の違いが, 小浦での温帯性ホンダワラ藻場維持と, 崎ノ山での南方系ホンダワラ群落への遷移を招いた要因の一つであると推測された。また, 小浦では2009年にも藻場は形成され, 冬季の水温が低いことによって, 魚類の来遊を防ぎ食害を抑えていると推測されている(猪狩ら, 2009)。



※ 崎ノ山の'05年6月～'06年2月は欠測

図1-2 鹿児島県崎ノ山と小浦における水温観測結果

いちき串木野市「羽島」では、秋調査でキレバモクを除くホンダワラ類の藻体を確認できず、夏から秋にかけて藻体を維持できないという温暖化の影響が示唆された。

阿久根市「牛ノ浜」では、種構成は1978年調査時とほぼ同一で、大きな変化は認められなかった。

志布志市志布志町「夏井」では、今回定線以上に新たにトサカモク、マジリモクといった比較的暖かい環境を好むホンダワラ類が確認された。

調査地点近隣海域の表層水温の推移を図1-3に示す。

全ての地点で上昇傾向がみられ、特に南方系ホンダワラが新たに確認された笠沙（図では隣接海域の加世田沖で示した。）および志布志では、1℃以上の上昇を示しており、それが藻場構成種に反映されていると考えられた。

また、今回調査した地点は、藻場は春のみに形成され、それ以外はほとんど大型海藻は見られない、いわゆる「春藻場」の様を呈していた。

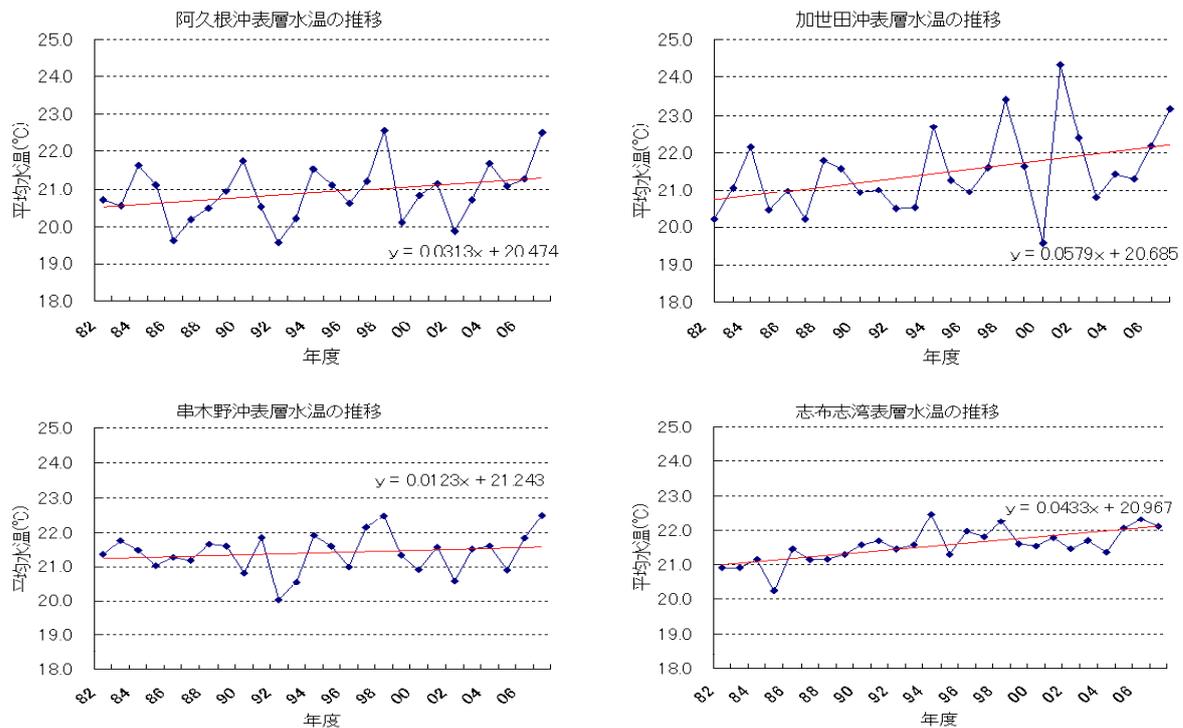


図1-3. 1982～2007年の調査地点近隣海域の表層水温の推移

* 加世田は笠沙の隣接海域

* 鹿児島県環境保健センター「公共用水域の水質測定結果」

4・6・8・10・12・2月の表層水温の平均値

参考文献

- 西海区水産研究所. 沿岸海域藻場調査 九州西岸海域藻場・干潟分布調査報告1981
- 田中敏博. ガラモ場構成種の変動と藻場造成への応用. 藻類(日本藻類学会第30回大会公開シンポジウム要旨)2006a;54:40
- 田中敏博. 南日本における磯焼けと藻場回復. 水産工学2006b;43:47-52
- 田中敏博, 真鍋美幸, 瀬戸口満. 外洋性藻場造成技術開発試験. 鹿水試報2004:44
- 猪狩忠光, 吉満敏, 徳永成光. 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業-I (岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業). 鹿水技報2009:124-133

2 南方系海藻の磯根資源に対する育成機能の解明

目的

ガラモ場は水産生物にとって産卵場, 稚仔魚の保育場等として重要な機能を有することが古くから知られている。鹿児島県沿岸においては, 元来はヤツマタモクやマメタワラ等の温帯性外来種のホンダワラ類により形成されることが多かったガラモ場であるが, 1990年代後半からフタエモクやマジリモクなどの南方系種によるガラモ場やこれらが混生するガラモ場の形成が見られている(寺田, 2004・田中, 2004)。こうした藻場構成種の違いが, 水産生物に対する育

成機能，索餌場としての機能に影響するものか，魚類など他の動物類に対し餌料を供給する観点から，在来・南方系海藻の葉上動物群を，両者において比較検討し，評価することを目的とした。

材料および方法

調査地点は，鹿児島県南さつま市笠沙町地先及び指宿市岩本地先のガラモ場で，図2-1に位置を示す。

笠沙町地先は温帯性在来種のヤツマタモク *Sargassum patens* と南方系種のフタエモク *S. duplicatum* が，それぞれ優占するガラモ場と両種で混生されるガラモ場が見られ，ここは温帯性在来種もが晩夏には南方系種同様に茎も見られなくなるような春藻場である。一方の岩本地先はヤツマタモクが優占する中に南方系種のコナフキモク *S. glaucescens* が散在するガラモ場が見られ，こちらは夏から秋にもヤツマタモクが主枝を残す四季藻場である。



図2-1. 調査位置図（南さつま市笠沙町，指宿市岩本）

平成19年度及び20年度の調査は，（独）鹿児島大学水産学部が実施し，笠沙町地先においてヤツマタモク，フタエモクが優占するガラモ場で，1mm目合いのネットにより排水口を設けたビニール袋を，各藻体の先端から静かにかぶせ藻体を20cm程度で切り取り，1回当たり5本，藻体ごと葉上動物を採集し，出現する葉上動物相と優占種を比較した。

調査回数は19年度が海藻繁茂期の5月と7月に各1回，20年度が4月から7月に計6回で，加えて19年度は海藻消失期の葉上動物探索のため，9月と11月に各調査地点の砂と石（拳から人頭大）を採取した。

なお，21年度の調査は，当センターで実施し，笠沙町地先のヤツマタモクとフタエモクの両海藻種が混生する藻場において，微細な葉上動物も採取できるように50 μ （DIN-110）のミューラーガーゼにより排水口を設けたビニール袋を用いて，前述の方法で5月に葉上動物を藻体ごと採集した。また，岩本地先では株単位での比較のために，0.3mm目合いのネットにより排水口を設けたビニール袋を，ヤツマタモクとコナフキモクの各藻体の先端から付着器まで静かにか

ぶせ1株ずつ5株を採取し、実験室に持ち帰りプランクトンネット内で葉上動物を藻体から洗い落として採集した。

採集方法のイメージを図2-2に示す。



図2-2 採集イメージ図

結果

平成19年度及び20年度調査において出現した葉上動物種を、表2-1に示す。

なお、平成18年度に本調査と同様の調査を実施しており、その結果をあわせた種の出現数を表には記載した。それによるとヤツマタモクに24種、フタエモクに26種の葉上動物が確認できた。出現種を節足動物門端脚目ワレカラ亜目(ワレカラ類)、節足動物門端脚目ヨコエビ亜目(ヨコエビ類)、節足動物門顎脚綱ソコムジンコ(カイアシ類)、節足動物門アミ目(アミ類)、軟体動物門腹足綱(腹足類)、環形動物門多毛綱(多毛類)で分類すると、両海藻種に高い頻度で出現したのは、ヨコエビ類、カイアシ類、腹足類、多毛類で、これらはヤツマタモクに比べフタエモクの方に、時期やサンプルごとのバラツキが少なく比較的安定して出現した。ヤツマタモクでは出現に差が見られたアミ類も、フタエモクでは比較的安定して出現した。

表2-1. 葉上動物の出現種一覧 18年度実施の先行調査分も記載

2008年					2007年		2006年		フタエモク	ヤツマタモク	2006年		2007年		2008年								
7/16	7/3	6/26	5/26	5/7	4/22	7/19	5/30	7/19	6/6	全期間	種	全期間	6/6	7/19	5/30	7/19	4/22	5/7	5/26	6/26	7/3	7/16	
										○	テナガワレカラ												
										○	オカダワレカラ	○		○	○	○	○						
										○	ヒムシワレカラ	○											
										○	マルエラワレカラ	○	○										
										○	クビナガワレカラ	○											
										○	オオワレカラ	○									○		
										○	ツガルワレカラ	○			○								
										○	トゲホホヨコエビ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
										○	アゴナガココエビ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
										○	カギメタヨコエビ	○		○	○	○					○		○
										○	トウヨウヒゲナガ	○			○								○
										○	フサゲモスク	○											
										○	ゴクゾウヨコエビ	○											
										○	クチバシヨコエビ	○				○							○
										○	テングヨコエビ	○											
										○	ホソヨコエビ	○											
										○	ヨコエビ亜目 spp.	○	○										
										○	クーマ目 spp.	○											
										○	タナイス目 spp.	○											
										○	アミ目 spp.	○			○	○							
										○	コソブムシ科 spp.	○											
										○	等脚目 spp.	○			○	○						○	○
										○	ソコムジンコ目 spp.	○			○	○	○				○	○	○
										○	軟甲綱 spp.	○											○
										○	アメフラン目 spp.	○	○	○	○	○							○
										○	フトコロガイ	○											○
										○	腹足綱 spp.	○											○
										○	二枚貝綱 spp.	○											○
										○	ユシダカウニ	○											○
										○	多毛綱 spp.	○											○
										○	ウズムシ	○											○
										○	イノヤムシ	○											○

各サンプル別の藻体1cm当たりの葉上動物組成の経時変化を図2-3に示す。ヤツマタモクは、ワレカラ類やカイアシ類が集中的に分布したが、藻体間で種組成、量とも異なる場合が多く、季節変化に富んだ。時に、ワレカラ類やカイアシ類に加えヨコエビ類で突発的な大発生が見られる。ワレカラについては、採集された個体の大部分が稚仔個体であり、母親の体の上や近くで生活する孵化直後の集団を採集したと考えられる。一方のフタエモクは、藻体間で種組成、量ともに差が少なく季節変動もゆるやかであり、総じてヨコエビ類が優占し、多毛類も多く見られた。

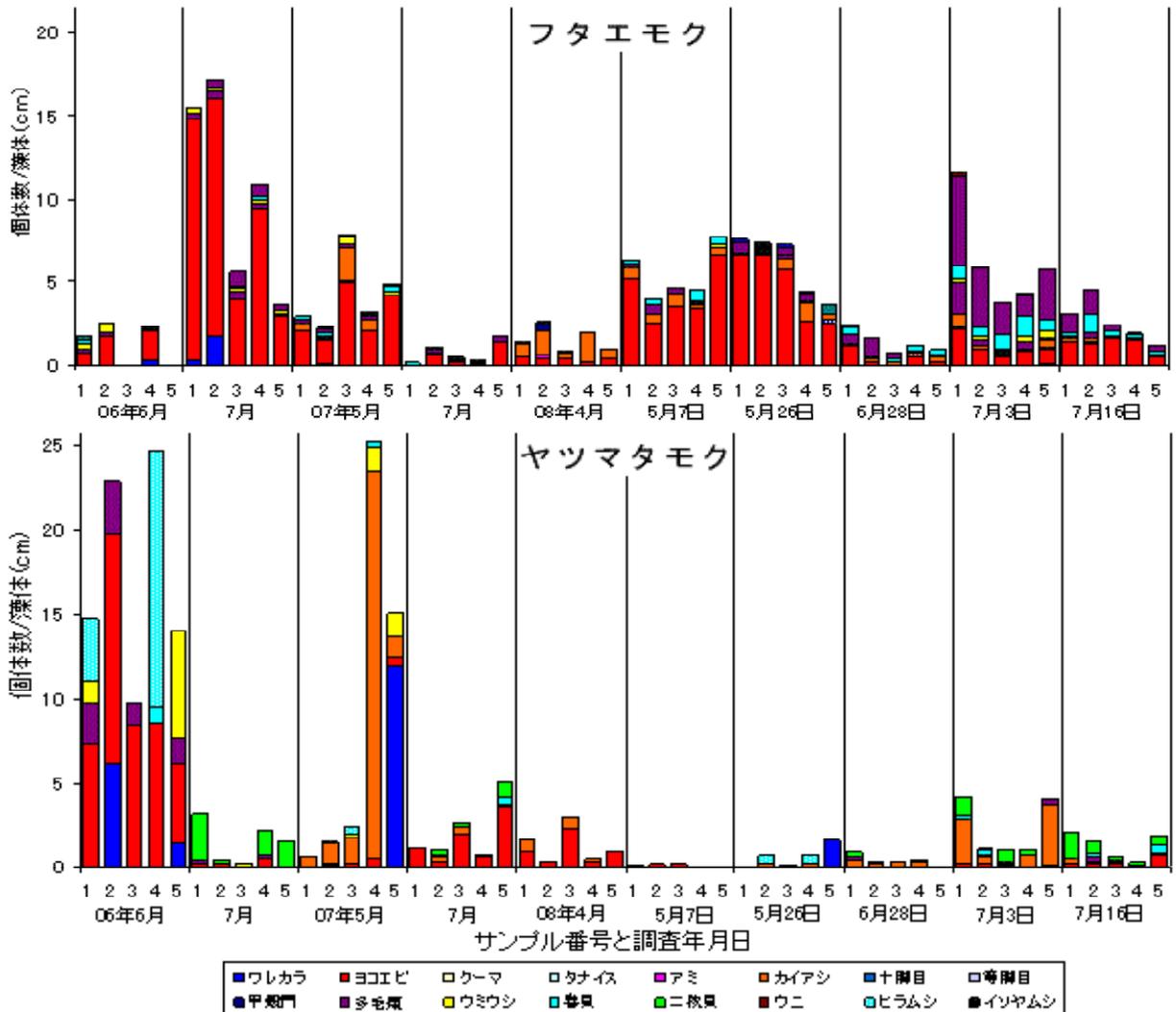


図2-3 サンプル別1cm当たりの葉上動物組成の経時変化

平成19年にヤツマタモク、フタエモクが繁茂していた藻場内で、海藻消失期に採取した砂や石に見られた動物種を表2-2に示す。

元来、砂や岩を生息基質として利用していると思われる多毛類や十脚目（幼生）が比較的多くみられたが、海藻繁茂期の葉上動物は、ヨコエビ類やタナイス類などがわずかに確認できたにとどまり、本調査地においては、海藻消失期の葉上動物の生息場所を特定できなかった。

表2-2. 藻場の石等の出現動物種

(数字は5サンプルの平均個体数)

砂		種	石	
11月	9月		9月	11月
		トゲホホヨコエビ	1.26	
		タナイス目 spp.		1.00
		テッポウエビ科 spp.	0.67	1.00
		十脚目 spp.	0.66	
		短尾下目 spp.		1.00
5.25	3.00	多毛綱 spp.	0.75	1.50
		腹足綱 spp.	0.69	1.67
1.00		渦虫綱 spp.		

平成21年5月にヤツマタモクとフタエモクが混生する藻場内で採取した、それぞれの海藻種に出現した葉上動物のうち、ヨコエビ類、カイアシ類、ワレカラ類、多毛類、巻貝、二枚貝の個体数を表2-3に、また藻体1 cm及び1 g当たりの平均個体数を図2-4に示す。

両海藻種に優占して出現したのは、ヨコエビ類、カイアシ類、多毛類で、多毛類ではウズマキゴカイが9割近くを占めた。同種の海藻でも藻体間で出現数の差が大きく、ヨコエビ類、カイアシ類は特に差が大きかった。また、平成19、20年度の調査で突発的ながらも多数出現したワレカラ類は、ほとんど見られず、最多で13個体であった。

藻長1 cm当たりの出現個体数を比較すると、総じてフタエモクの方で多くなった。ヤツマタモク、フタエモクの藻体長1 cm当たりの平均重量は、それぞれ0.2 g、1.3 gと差があり、当然ながら藻体の表面積や体積、また枝の分岐等にも差がある。このため、長さよりこれらを反映すると思われる藻体重量当たりの出現個体数でも比較を行った。1 g当たりの出現個体数で各藻体に順位付けを行い、ヨコエビ類、カイアシ類、多毛類、巻貝、二枚貝について比較したところ、いずれも差は見いだせなかった。(Mann-Whitney U-test, $p > 0.05$)

なお、ウズマキゴカイは、藻体から剥離できない個体も多く、比較対象としなかった。

表2-3 同一藻場内の海藻別葉上動物の出現個体数

種名	藻長(cm)	湿重量(g)	ヨコエビ類	カイアシ類	ワレカラ類	多毛類	ウズマキゴカイ	巻貝	二枚貝	
ヤツマタモク n = 5	最小	19.2	5.7	47	26	1	6	370	0	0
	最大	24.8	9.6	264	232	5	45	1,376	6	13
	平均	21.2	3.7	144.2	133.8	2.3	24.2	712.8	2.8	6.5
	標準偏差	2.2	2.4	93.6	76.0	1.9	15.5	435.0	2.4	6.0
フタエモク n = 5	最小	18.0	20.0	247	521	1	44	504	5	2
	最大	22.6	35.7	7,736	1,318	13	388	2,455	66	15
	平均	20.7	26.9	3,131.6	862.2	7.0	196.0	1,371.6	33.0	9.8
	標準偏差	2.1	7.8	3,684.6	357.2	6.0	166.1	740.9	25.8	5.2

* 多毛類はウズマキゴカイを除いた数

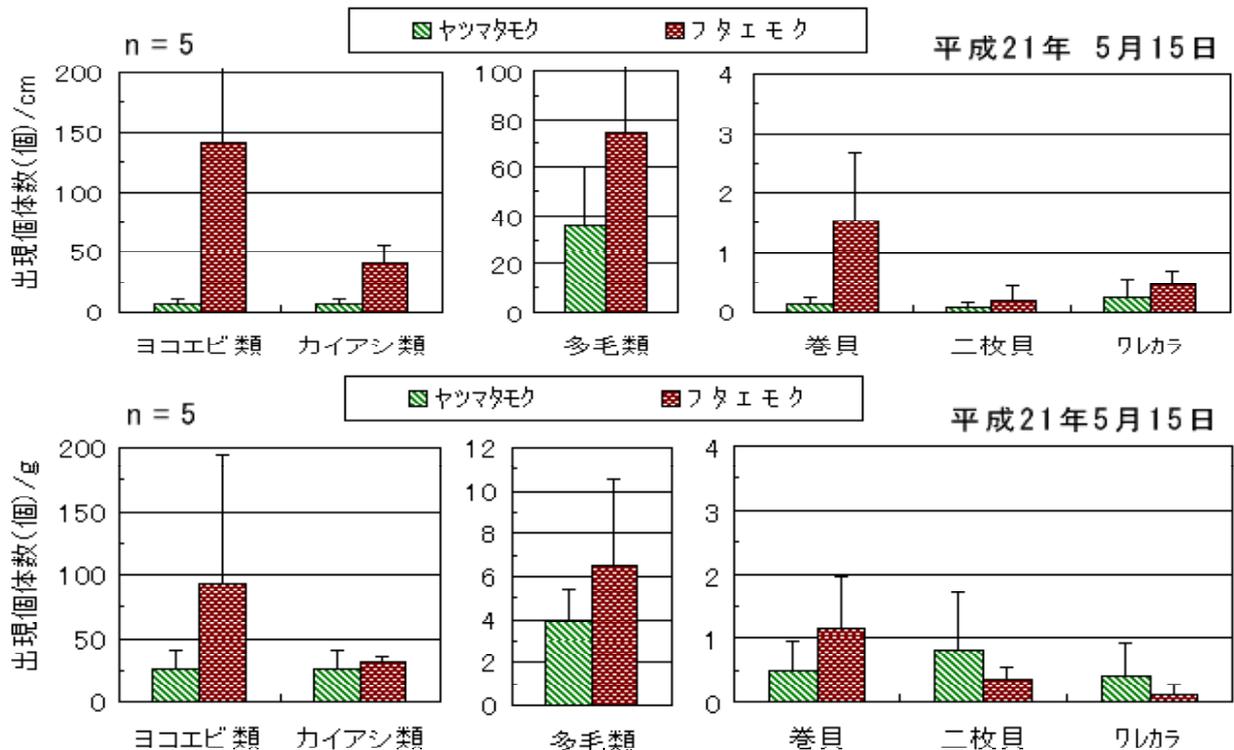


図2-4 藻体1 cm(上)及び1 g(下)あたりの平均出現個体数(多毛類はウズマキゴカイを除く)

次に平成21年6月に指宿市岩本地先の同一藻場内で採取した、ヤツタモク、コナフキモクに出現した葉上動物のうち、ヨコエビ類、カイアシ類、ワレカラ類、多毛類、巻貝、二枚貝の個体数を表2-4に、また藻体1株当たり及び1g当たりの平均個体数を図2-5に示す。

ヤツタモク、コナフキモクの両海藻種に優占して出現したのは、巻貝、二枚貝であった。ヨコエビ類、カイアシ類も多数見られたが、これらは同一海藻でも藻体間でのばらつきが大きかった。笠沙地先で多数出現したウズマキゴカイはほとんど見られず、逆に笠沙地先であまり見られなかった二枚貝が多数出現した。

藻体1株当たりの出現個体数、また重量1g当たりの出現個体数を、ヨコエビ類、カイアシ類、多毛類、巻貝、二枚貝について比較したが、いずれも差は見いだせなかった。(Mann-Whitney U-test, $p > 0.05$)

指宿岩本地先の海域においては付着藻類が多く、これらが藻体を覆うような状況も見られた。これら付着藻類と葉上動物とを含めた1株当たりの平均湿重量は、ヤツタモクが6.7g、コナフキモクが7.2gであり、両海藻種間に差はみられなかった。

表2-4 同一藻場内の海藻別1株当たりの葉上動物の出現個体数 (平成21年6月26日)

種名	藻長(mm)	湿重量(g)	動物量(g)	ヨコエビ類	カイアシ類	ワレカラ類	多毛類	巻貝	二枚貝	
ヤツタモク n=5	最小	60	15	1.9	170	69	4	5	789	787
	最大	85	53.4	16.4	1178	470	12	57	10301	7415
	平均	68.2	30.8	6.7	547.8	226.4	8.0	39.8	3,960.2	2,396.0
	標準偏差	9.7	15.0	5.9	401.4	186.6	3.5	22.0	3,733.8	2,828.9
コナフキモク n=5	最小	34.5	19.9	3.2	215	136	4	15	642	712
	最大	97	207.4	12.6	1719	1158	7	136	7116	5901
	平均	54.7	76.6	7.2	890.2	478.0	5.6	64.4	3,321.6	2,451.8
	標準偏差	26.7	76.7	4.1	703.2	408.7	1.5	55.0	2,685.4	2,162.4

* 湿重量は藻体の重量、動物量は付着藻類等を含めた葉上動物の湿重量

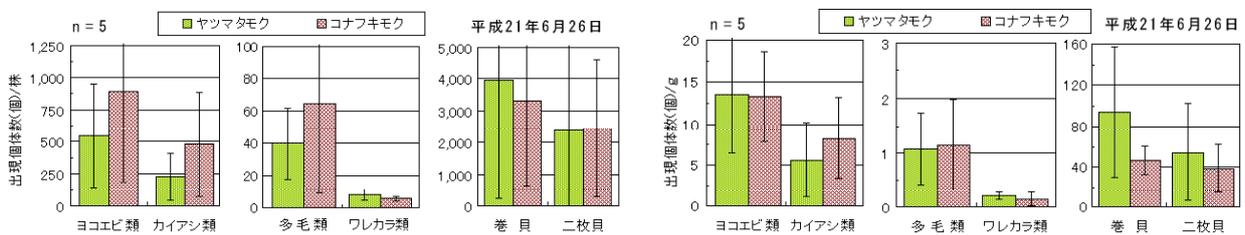


図2-5 藻体1株(左)及び1g(右)あたりの平均出現個体数

考察

温帯性種のヤツタモクと南方系種のフタエモクについて、それぞれが優占する藻場や両海藻種が混生する笠沙地先の藻場において、これらの海藻に優占して出現したのはカイアシ類やヨコエビ類であり、どちらかの海藻を選択的に利用しているような差は見出せなかったが、調査期間を通じて、安定的に出現していたのは、フタエモクであった。このうち、ヨコエビ類については、水槽観察の結果、揺れや水流を嫌う傾向が指摘されており(川野, 2009)、同一海域では、より着生面が広く安定しているフタエモクの方を利用する機会が多かったためと推察される。

ワレカラ類については、ヤツタモクで時に突出して増加する事象が見られたが、これはワレカラ類が胸脚で基質にしがみつ়ることから、脚幅より細い基質を好み、そうした部位が、ヤツタモクに多いことによるためと示唆される(川野, 2009)。

海域また比較する南方系種を換え、ヤツマタモクとコナフキモクを比較した岩本地先において、優占種であった巻貝や二枚貝、またヨコエビ類、カイアシ類、多毛類について、どちらかの海藻種を選択的に利用しているような差は見出せなかったが、ヤツマタモクに出現した葉上動物が、笠沙地先のそれと出現状況が異なることは、海域や時期によって葉上動物相に違いがあることを示すものと思われた。

沿岸域に生息する魚類や甲殻類にとって、ヨコエビ類やカイアシ類の端脚目や多毛類等は重要な餌料生物であり(代田, 1975), これらが温帯性在来種と遜色なく、南方系種を利用して生息していることは、捕食者である魚類や甲殻類も同様に利用しているものと推察された。また、笠沙においては、磯焼け地とガラモ場に蝟集する魚類相の調査が行われ、調査地は温帯性在来種及び南方系種のガラモ場を対象とし、平成19, 20年度に葉上動物を採集した両海藻種のガラモ場が含まれている。この調査によると多様な魚類が両ガラモ場で確認されており(猪狩, 2008), 胃内容物等の調査は行われていないものの、捕食者が両ガラモ場を利用していることを裏付けるものと考えられる。

こうしたことから、南方系種のホンダワラ類の水産生物に対する育成機能、索餌場としての機能は、海藻繁茂期においては温帯性在来種と遜色ないものと判断された。

なお、四季藻場においては、温帯性在来種は南方系種が消失する晩夏から秋にかけても直立部が残り、すくなく葉上動物が生息するため、年間を通して藻場機能を評価するためには、このような時期における調査が今後の課題である。

参考文献

- 1) 寺田竜太, 田中敏博, 島袋寛盛, 野呂忠秀, 温帯・亜熱帯境界域におけるガラモ場の特性, 月刊海洋2004 ; 36 : 784-790
- 2) 田中敏博, 今吉雄二, 瀬戸口満, 外海性藻場造成技術開発試験, 平成15年度鹿児島水産試験場事業報告書 : 32-33
- 3) 代田昭彦, 水産餌料生物学, 恒星社厚生閣, 東京, 1975
- 4) 川野昭太, ホンダワラの種による葉上動物相の違いと海藻の形状が葉上動物に与える影響, 2009
- 5) 猪狩忠光, 吉満敏, 徳永成光, 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業-I (岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業), 平成20年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書 : 124-133

3 藻場の回復・拡大技術の実証

目的

“春藻場”造成を目標とする藻場回復実証試験を行い、有効性の高い造成・拡大手法を検討する。(春藻場とは、春期のみ見られる藻場で、夏期から冬期に藻体はあるものの、小さく目立たない。)

材料と方法

藻場回復実証試験は、平成 20 年度～ 21 年度に南さつま市笠沙町の崎ノ山地区において、鹿児島県水産技術開発センターと笠沙町漁業協同組合が共同で実施した。

(図3-1)



沖はウニが多く磯焼け状態

図 3-2

藻場回復実証試験地の状況

藻場回復実証試験地は、この海域のうち、天然のフタエモク藻場に近いものの、ウニ類が多く、ウニが藻場形成を阻害していると考えられ、磯焼け状態を呈している場所を試験地として選定した。

(図3-2)

試験は、藻場形成阻害要因と考えられるウニ類の除去と試験地周辺海域での主な藻場構成種であるフタエモクの種苗添加により実施した。

ウニ類の除去は、平成 20 年 6 月下旬に実施し、合計 8,048 個体（ナガウニ 5,261 個体、ガンガゼ 2,597 個体、ムサシウニ 99 個体、その他ウニ類 91 個体）を除去した。(図3-3)

なお、一斉除去以降の試験地の管理は、新たにウニが侵入していれば除去し、ウニ密度を低く維持した。

種苗の添加は、中層網型藻場造成手法（田中ら，2006）により 2 m × 1.8 m の網 2 枚にフタエモク計約 120kg を取り付け、平成 20 年 7 月上旬から 8 月上旬の約 1 ヶ月間試験地に設置した。

(図3-4)

追跡調査は、平成 20 年 8 月から平成 22 年 3 月に SCUBA 潜水により実施した。



図 3-1

藻場回復実証試験海域

崎ノ山地区は、磯焼け状態の場所もあるが、近年は毎年フタエモクの群落形成が見られる海域である。また、バイオテレメトリー調査によると、冬季に植食性魚類が少ないエリアと推定され、魚類の食害を受けても群落の消失には至らないと判断されて



H20.06.23

図 3-3 ウニ類の除去



図3-4 中層網型藻場造成手法による種苗添加

結果

平成20年度にウニ類の除去と母藻設置を行った結果、試験地において平成20年9月下旬からフタエモクと思われるホンダワラ類の芽が確認されるようになり（図3-5）、平成21年1月末には、10cm×10cmあたり平均8.7株、最高39株という濃密な芽が82m×32mの範囲に確認された。（図3-6）

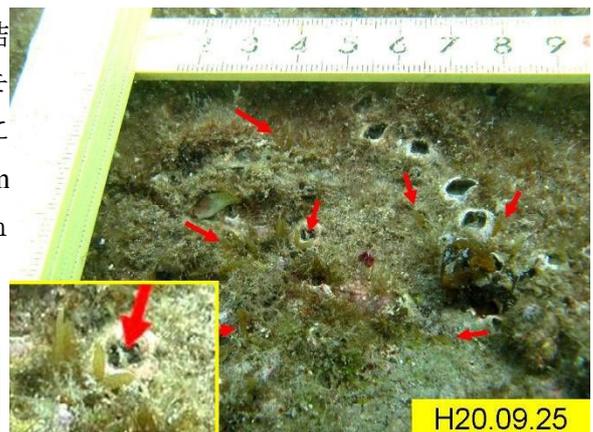


図3-5 ホンダワラ類の芽



図3-6 芽の分布範囲

平成21年4月以降試験地の追跡調査を継続して実施したが、その後、芽は生長せず、藻場は形成されなかった。例年、藻場が形成される6月頃には、藻体長は700ミリを超えるほどになるが、平成21年6月上旬の試験地中央部における藻体長平均は77ミリ、最大でも190ミリと、例年よりかなり藻体が小さく、食害痕が多く見られた。（図3-7～8）



図3-7 H20とH21の藻体



図3-8 枝や葉の食害痕

試験地では、平成21年7月になると、6月まで見られていた小型の藻体も枯死して確認できなくなったが、11月になると濃密な幼体が再度確認されるようになった。
(図3-9～10)

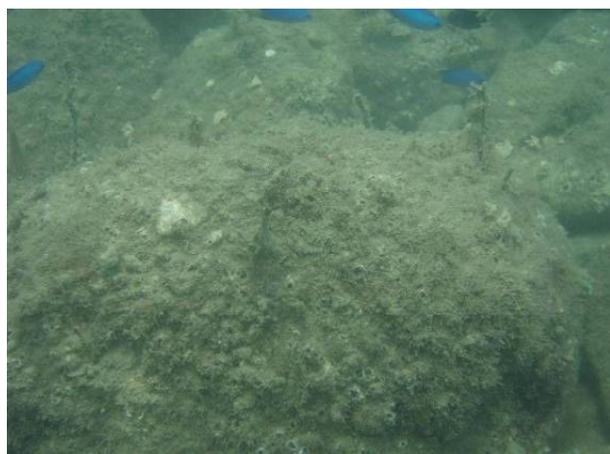


図3-9 H21年7月の試験地の状況



図3-10 H21年11月の試験地の状況

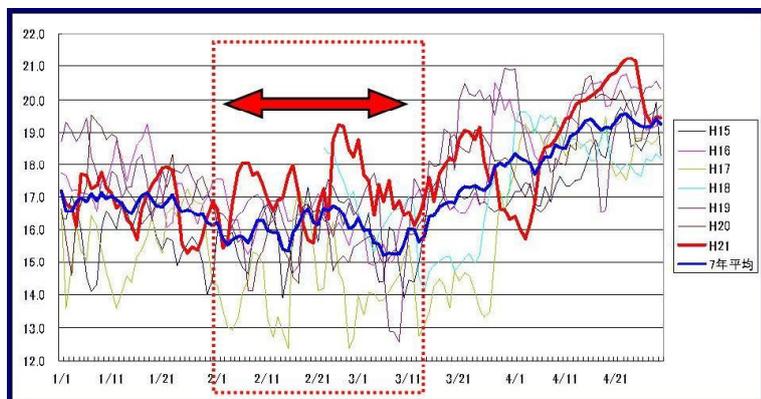


図3-11 冬季における崎ノ山の日平均水温

試験地において実施している水温の連続観測（データロガーにより1時間に1回自動記録）によると、平成21年は、冬季水温が例年より高く推移していた。
(図3-11)

平成21年度は目的としたフタエモク藻場は形成されなかったが、ウニ密度を低く維持した試験地では大型海藻の見られない冬季に、フクロノリ等小型海藻の被度が90%以上あったが、試験地周辺のウニ密度の高い磯焼け海域では5%未満と、大きな差が見られた。(図3-12)

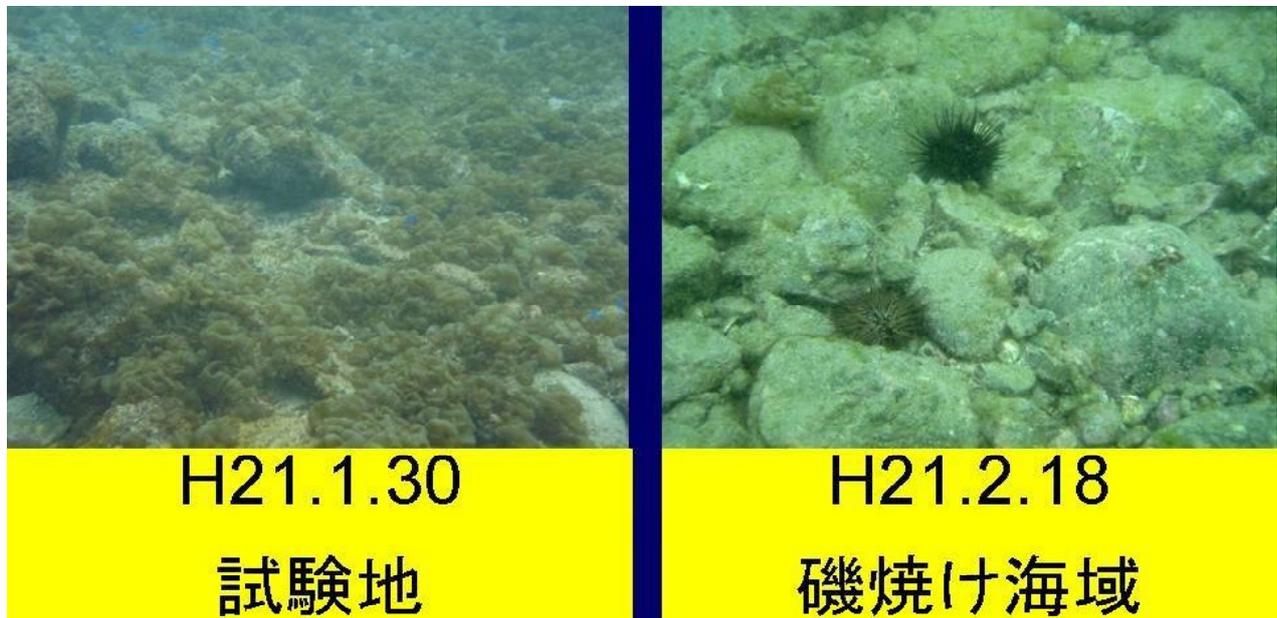
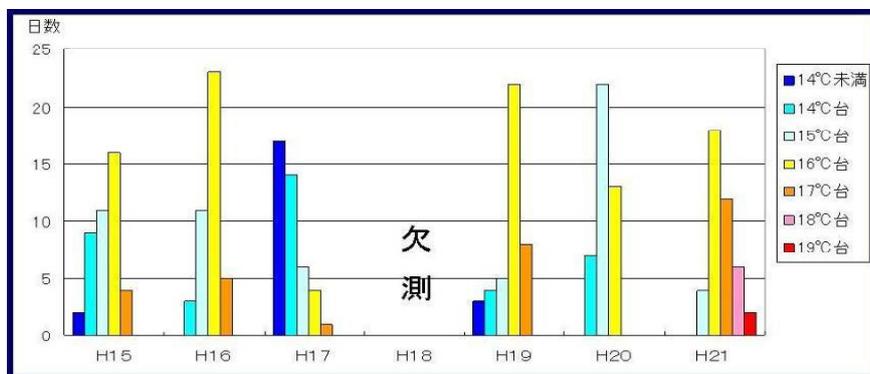


図3-12 フクロノリ等の被度

考察

中層網を用いた播種方法による試験地へのフタエモクの幼胚添加と藻場形成阻害要因であるウニ類の除去を組み合わせた春藻場造成手法は、濃密なホンダワラ類の芽の着生が得られたことから、技術的に有効な手法であることが明らかとなった。

平成 21 年度に藻場が形成できなかった原因は、藻場形成年と比較して、冬季の水温が高く推移していたことから、冬季の高水温という特異的な環境条件が魚類の食害を招き、藻場形成を阻害する場合があると強く示唆された。



具体的に検証してみるため、日平均の水温帯別日数を比較してみたが、平成 21 年は、年間で最も水温が低い時期である 2 月から 3 月前半に今までに無い 19℃台が見られるなど、例年より水温が特異的に高かった。(図3-13)

図3-13 2月～3月前半の崎ノ山水温帯別日数

ウニ類の密度を低く維持することにより、藻場が形成されなかった場合でも、6月まで残存していた藻体付着器から生じたと思われる幼体が11月に確認されたことから、種苗添加後1年

以上経過しても種苗添加効果が持続すること、また、フクロノリなど小型藻類の増殖効果があることが明らかとなった。

現在、効果的かつ実用的な魚類の食害防止策が無い状況であるため、藻場回復技術については、ホンダワラ類の種苗添加とウニ類の食圧軽減策を継続的に実施していくことが長期的視野では有効かつ重要であると考えられる。

参考文献

田中敏博・吉満敏・今吉雄二・上野剛司. 鹿児島海藻パーク造成事業. 平成17年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書. 2006 ; 30

4 造成藻場の磯根資源に対する効果の実証

目的

造成藻場の効果を実証するため、ウニ類の身入りがどの程度改善されるかを検証する。なお、目標として身入り率 50 % 増加を設定した。

材料および方法

藻場回復実証試験で藻場を造成できなかったため、小浦地区に近いフタエモク主体の天然藻場域を身入り向上試験の藻場区とし、対照区として崎ノ山地区の磯焼け海域を磯焼け区として試験を実施した。(図4-1)

試験は平成 21 年 6 月から 7 月に実施し、ウニは奄美海域で漁獲対象種となっているシラヒゲウニを用い、水産技術開発センターで種苗生産された未成熟の個体を用いた。



図4-2 藻場区の状況



図4-1 ウニ身入り向上試験実施場所

藻場区は水深 2.4 m で、試験実施前はほとんどウニは生息していなかった(ラップウニ、シラヒゲウニがまれにいる程度)。藻場構成種はフタエモクが主体で、コナフキモクやヤツマタモクが混じり、被度は 40 ~ 50% であった(図4-2)。下草は、ヌルハダ、ウミウチワ、マクリ等が少量見られる程度であった。藻場区では、シラヒゲウニ放養密度 1, 2, 4 個体/ m^2 の 3 区を設定した。(各区は $25 m^2$)

磯焼け区は、水深 2 ~ 2.7 m で、試験実施前は $1 m^2$ あたりガンガゼ 2.2 個体、ナガウニ 0.4 個体、ラップウニ 0.3 個体、その他 0.1 個体と

ウニ類が多く生息しており、小型海藻も見られない磯焼け状態で、無節石灰藻が少量見られる

程度の海域であった（図4-3）。磯焼け区では、ウニ類を除去した後、シラヒゲウニ放養密度 1, 4 個体/㎡の 2 区を設定した。（各区は 25 ㎡）

各試験区は、シラヒゲウニ密度を維持するため、ウニハードルを用いて試験区を区切った。（図4-4）



図4-3 磯焼け区の状況



図4-4 ウニハードル（左）及び区画設定状況（右）

1 個体/㎡	2 個体/㎡	4 個体/㎡
--------	--------	--------

藻場区 設定密度

1 個体/㎡		4 個体/㎡
--------	--	--------

磯焼け区 設定密度

結果

平成 20 年 6 月 20 日に試験を開始したが、シラヒゲウニは食欲旺盛でフタエモク等に群がったり藻体によじ登ったりして摂食するなど、活発な行動を示した。（図4-5）

試験個体の移動が激しく、他試験区や区画外への逸散などにより、設定密度を維持することができなかつたため、藻場区全体と磯焼け区全体で結果を比較した。7月17日の試験終了時において、藻場区の個体密度は0.4個体/㎡、磯焼け区は0.9個体/㎡と設定より低くなった。試験区画内外に食害を受けたようなウニ殻が見られたが、数個体のみであり、個体数の減少は主に試験区画からの逸散によるものと考えられた（図4-6）。

県本土での成熟期を示すようなデータは無いが、奄美大島では9～10月に成熟のピーク期となること（椎原・神野，1990）、また、生殖腺の状態からみて成熟途上での身入り率測定となった。

身入り率は、藻場区が8.5%と磯焼け区5.0%の1.7倍となり、身入り率の向上は70%と目標値の50%を大きく超えた。また、藻場区は体重が大きい上に身入りが良いことから、生殖腺重量は藻場区が磯焼け区の2.4倍を示した。（表4-1，図4-7）

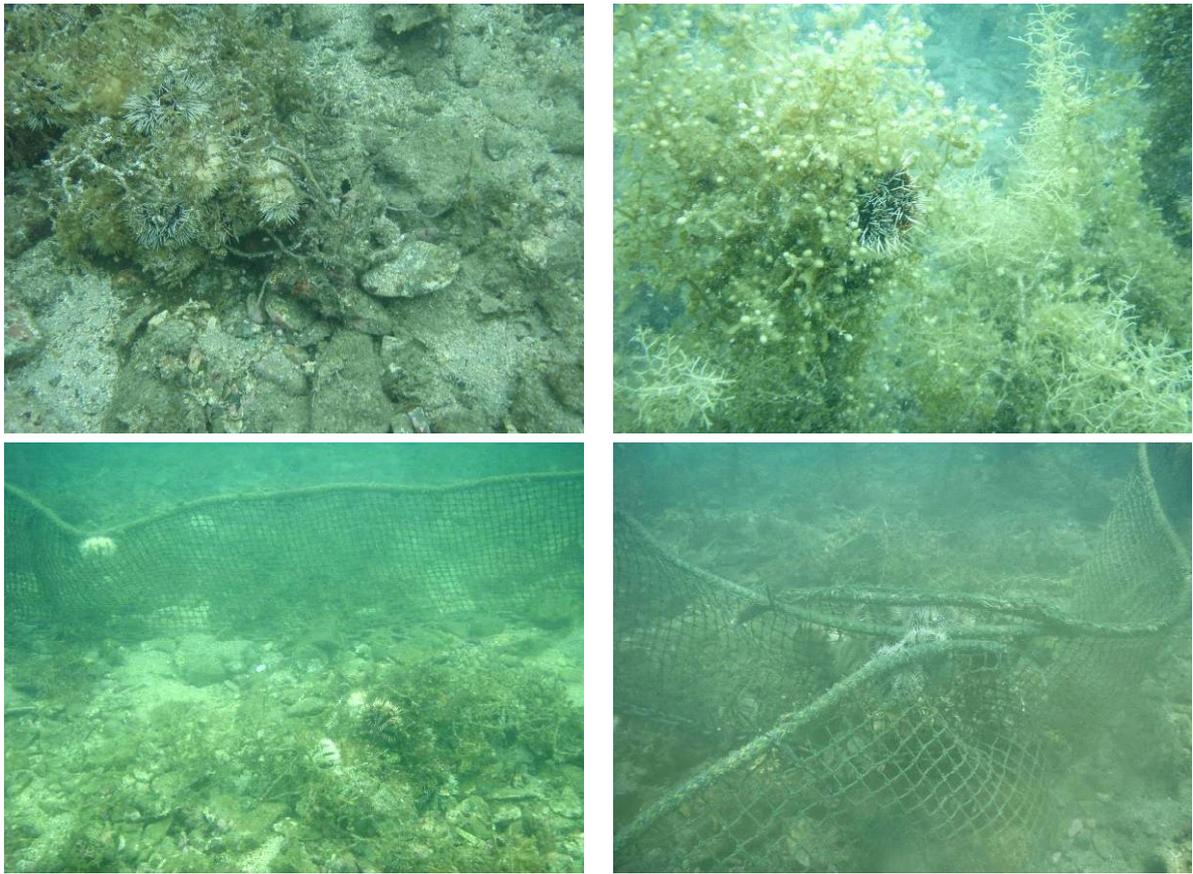


図4-5 試験区画内のシラヒゲウニの行動



図4-6 試験区画内に見られたウニ殻

表4-1 身入り向上試験結果

	体重(g)	殻径 (mm)	殻高 (mm)	生殖腺 重量 (g)	身入り率(%)
試験開始時	68.3	57.1	33.0	3.3	4.8
藻場区(試験終了時)	121.1	67.3	39.2	10.3	8.5
磯焼け区(試験終了時)	86.1	60.7	33.9	4.3	5.0
藻場区／磯焼け区	1.4	1.1	1.2	2.4	1.7
藻場区－磯焼け区	35.0	6.6	5.3	6.0	3.5
藻場区の磯焼け区に対する 向上率(%)	40.6	10.9	15.6	139.4	70.3

考察

フタエモク主体の藻場及び磯焼け地帯に放養したシラヒゲウニの体重や身入り率を比較すると藻場の方が良好で、ウニ1個体あたりの生殖腺重量も、磯焼け地帯より大きく増加した。

このことから、ウニ漁業者にとっての春藻場造成が、水揚げ金額の増加や漁獲効率の向上に寄与できることが示唆された。

なお、シラヒゲウニは構造物を比較的容易に乗り越え、広範囲に移動する能力が高いため、構造物によって移動を制御することが困難である。よって、ウニが広範囲に拡散できないような場所を選定するなど、身入り向上後の漁獲効率を考慮した造成藻場の場所選定が必要であると考えられた。

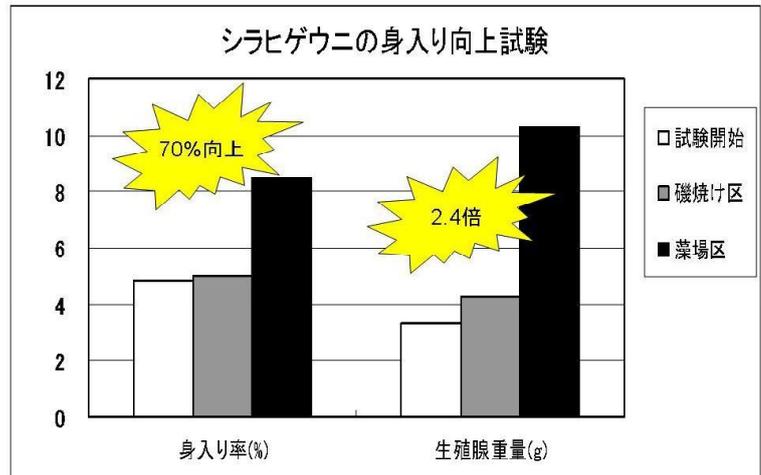


図4-7 身入り向上試験結果

参考文献

椎原久幸・神野芳久. 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業報告書 (シラヒゲウニ).
1990;15-16

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－I (岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業)

猪狩忠光, 吉満 敏, 徳永成光

【目 的】

同一海域の藻場等を継続的に観察することで、植食性魚類の蝟集・回遊時期を特定するとともに、藻場が維持される条件を把握する。

【方 法】

鹿児島県南さつま市笠沙町片浦地先の約3km内（小浦～大当）にある温帯性ガラモ場（小浦）・南方系ガラモ場（崎山）・通常の磯（非藻場磯：桂瀬）・磯焼け海域（大当）において、植食性魚類の生態特性把握のための調査を行った。（図1）

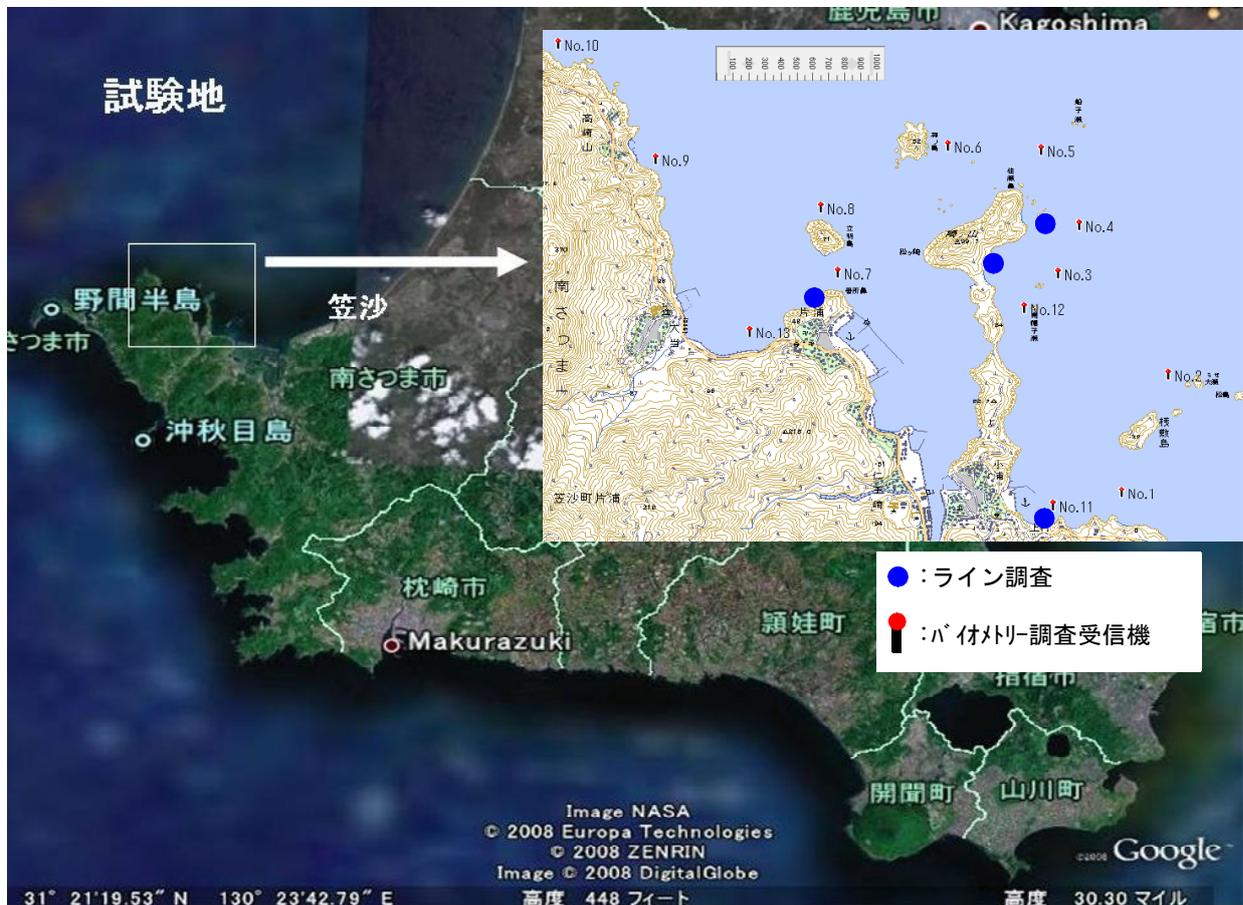


図1 試験海域

①海藻植生と地域性状調査

それぞれの海域について、春季（平成21年5月21日：小浦・崎山，6月3日：桂瀬・大当），秋季（9月24日：小浦・崎山，25日：桂瀬・大当）の2回、ライントランセクト法により植生，底生生物，底質，景観被度などの調査を行った。また，5月～2月に1～2ヶ月に1回，水温，塩分濃度，溶存酸素量の測定を行った。

②魚類相調査

各調査海域において水深約1～5mの場所に25mのロープラインを1本設置し、SCUBA潜水でライン上の海面を一方方向にゆっくり泳ぎながら、幅4mの間（100m²）で観察できた魚種をその個体数とともに記録した。観察された魚類は体長、色彩及び形態から幼魚と成魚の区別を行った。平成21年5月から22年2月まで行ったが、1月は時化のため行えず、6月は12日及び24日、2月は4日及び22日の2回行った。

③バイオテレメトリー調査

植食性魚類であるアイゴ5尾、ノトイスズミ1尾の背部にコード化ピンガー（超音波発信器：ベムコ社製V13型）を装着し受信機近辺に放流した（図2、表1）。受信機（ベムコ社製VR2、VR2W型）を高崎～小浦の水深2～18mに13基設置し（図1）、後日受信機からデータを回収し、その行動を考察した。また、小浦（水深約1m）及び崎山（同11m）にはデータロガー（小型防水式自動計測器：オンセット社製ティドビッド）を設置し、1時間ごとの水温の連続測定を行った。

表1 放流の詳細

No	魚種	放流月日	全長(cm)	放流場所	受信機No.
1	アイゴ	6月5日	44	崎山	3
2	アイゴ	6月5日	43	神ノ島	6
3	ノトイスズミ	7月7日	43	崎山	3
4	アイゴ	12月2日	30	大当	13
5	アイゴ	12月2日	35	崎山	3



図2 発信器装着状況

【結果】

①海藻植生と地域性状調査（図1、3）

小浦（温帯性ガラモ場）：ライン長は5月が84m、9月が90mであった。最深部はライン終点（沖側）の水深0.9m（潮位換算後）で、底質は砂であった。始点から80mまで礫・転石が見られ、5月には45～60mはウミトラノオ主体の藻場が、また、60～78mはヤツマタモク・マメタワラが混合藻場を形成しており、65mまではウミトラノオ、イソモクが若干混じっていた。ウニ類は70m地点にムラサキウニが2個体見られただけであった。

9月にはガラモ場を形成していた海域にホンダワラ類の幼芽が見られた。ウニ類は70m地点にムラサキウニ、シラヒゲウニ、コシダカウニが1個体ずつ見られた。

崎山（南方系ガラモ場）：ライン長は5月が220m、9月が180mであった。最深部はライン終点の水深4.6m（潮位換算後）で、底質は砂であった。始点～100mは礫・転石、100～110mまではサンゴ礁が形成され、150m以降は砂であった。昨年度は5月には約20m～100mにフタエモク（前年度までフタエヒイラギモクと記していた種）主体でヤツマタモク、マメタワラが混合した藻場が見られたが、今年度は藻場の形成は見られなかった。海藻に魚による食害痕が見られた。また、150～220mはアマモの単独藻場が形成されていた。ウニ類は、ガンガゼ及びナガウニが100～150mに散見された。

9月には50～90mにホンダワラ類の幼芽が見られたが、アマモ場は消失し、180mにヤマトウミヒルモが見られた。ウニ類は40m、120、140mにガンガゼが1個体ずつ見られた。

桂瀬（通常の磯）：ライン長は6月が70m，9月が53mであった。最深部はライン終点の水深10.8m（潮位換算後）で，底質は礫混じりの砂であった。ライン上には礫が見られ，岸に近いほど礫は大きくなり，転石も混在した。

6，9月ともホンダワラ類は全く見られず，全体的に無節石灰藻が多かった。6月にはイソハンモンやオバクサ，カギケノリ，ヒトエグサなどが若干見られた程度であった。ウニ類は50m以内にナガウニやガンガゼが多く見られた。

9月も6月同様，イソハンモン，イワノカワ，ヒトエグサが若干見られたのみで，ウニ類についても40m以内にナガウニやガンガゼが多く見られた。

大当（磯焼け海域）：ライン長は6月が116m，9月が120mであった。最深部はライン終点の水深8.8m（潮位換算後）で，底質は砂が主で，大・小礫が混在した。始点～80mは転石も混在した。6，9月ともホンダワラ類は全く見られず，全体的に無節石灰藻が多かった。6月には10～36mにイソハンモン，モサヅキ，オバクサが見られ，27～108mにはイワノカワが比較的多く見られた。ウニ類は，90m以内にナガウニ，ガンガゼ，ムラサキウニ，ラッパウニが多く見られた。

9月にも15mまではイソハンモン，オバクサが散見され，30～105mにはイワノカワが比較的多く見られた。ウニ類は，110m以内にナガウニ，ガンガゼ，ムラサキウニ，ラッパウニが多く見られた。

水温及び塩分濃度等：表層水温は，4海域とも春季～夏季はほぼ同じであったが，秋季～冬季に小浦が他の3海域に比べ1～3℃低かった。また，小浦は降雨後に陸からの流れ込みや底からの淡水のわき出しがあり，降雨後の塩分濃度の低下が他3海域に比べ大きいことが特徴的であった（図4，5）。

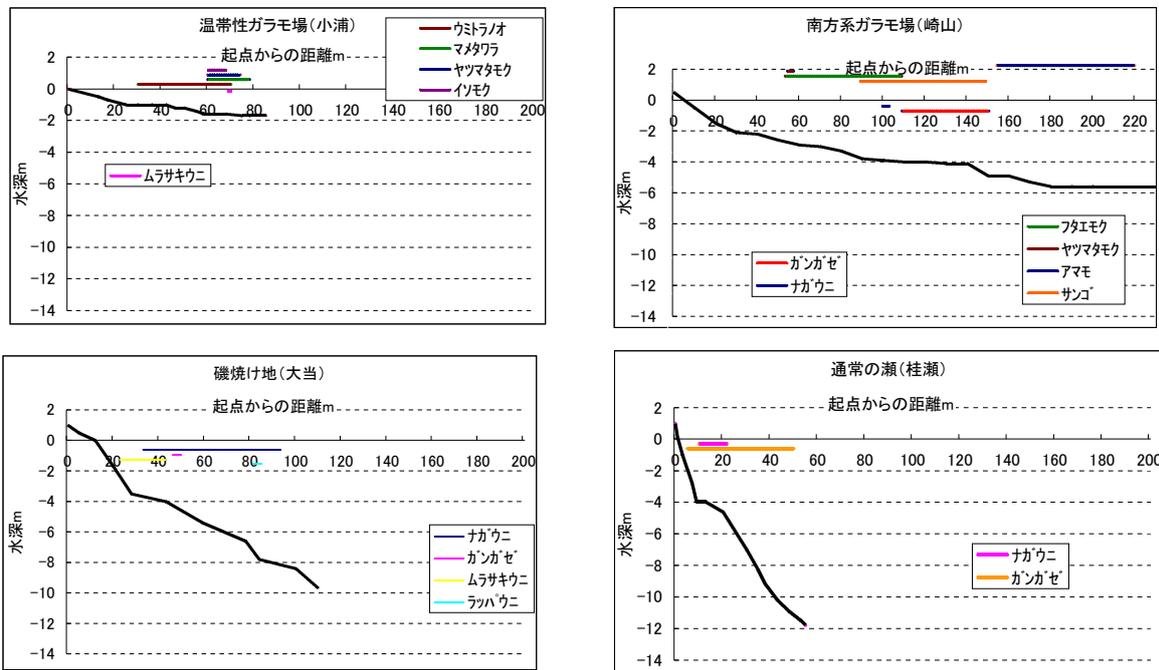


図3 ライン調査結果（春季）

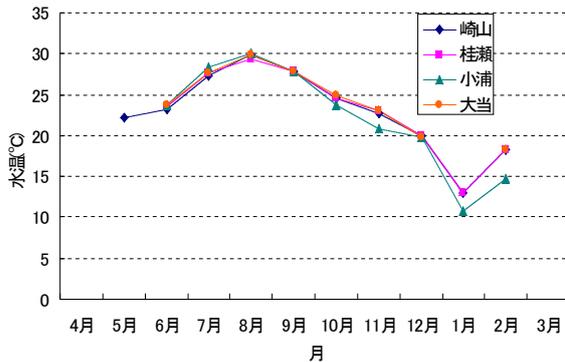


図4 表層水温の推移

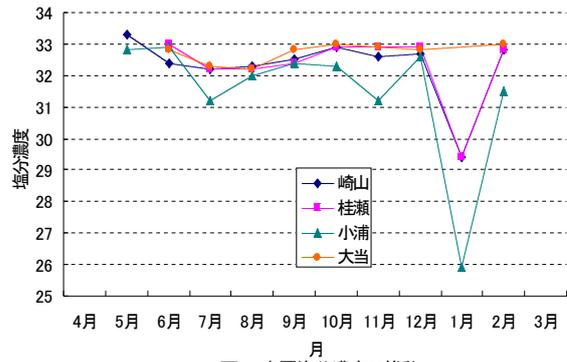


図5 表層塩分濃度の推移

*1月は2月4日のデータを用いた。

②魚類相調査

5月～2月に出現した種類数・総個体数を図6, 7に示す。

種類数は、水温が高い時期に多く、低い時期に少ないという傾向が見られ、ほぼ表層水温の変化に連動していた。

また、総個体数は、崎山・桂瀬・大当はソラスズメダイの出現が多く、特に8, 9, 10月は顕著であった。桂瀬の10月はキビナゴの群れ(1000尾)が見られ、それによって数値が高く引き上げられた。小浦では、他の3地点に比ベソラスズメダイは全く見られなかったのが特徴的であった。

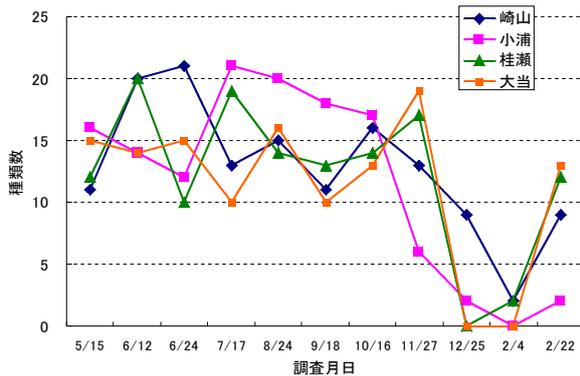


図6 出現魚類種類数

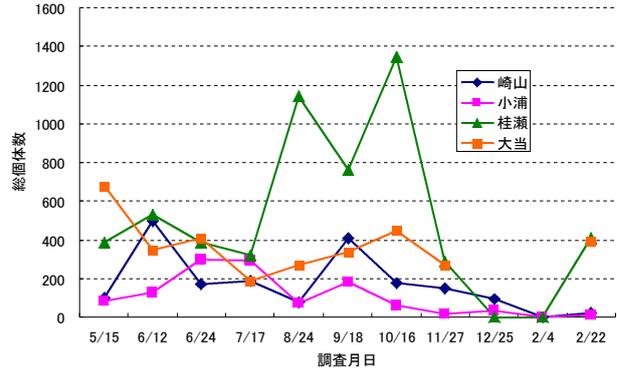


図7 出現魚類総個体数

確認された植食性魚類を表2に示す。

小浦では、メジナ、ヒブダイ、ブダイ、アイゴ、ニセカンランハギの5種で、9, 10月にニセカンランハギの成魚が見られた以外は、全て幼魚であった。これら植食性魚類は12月以降は見られなくなった。

崎山では、ヒブダイ、ブダイ、ニセカンランハギの3種が見られ、9月にニセカンランハギの成魚が見られた以外は全て幼魚であった。10月以降は植食性魚類は見られなかった。

桂瀬(磯場)では、メジナ、イスズミ、ヒブダイ、ブダイ、アオブダイの1種、ニセカンランハギ、ニザダイの7種が見られた。ブダイ、アオブダイの1種については幼魚のみで、それ以外は成魚も見られた。メジナが8月に51尾見られた以外は3尾以内で、いずれも2月には見られなかった。

大当では、メジナ、ブダイ、ニセカンランハギ、ニザダイの4種が5月、8～11月に見られた。8月は幼魚のみであったが、他の月は成魚が見られた。

表2 植食性魚類の出現状況

() 内は幼魚数

小浦

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
メジナ			(200)	(207)			(1)				
ヒブダイ								(1)			
ブダイ				(3)	(8)	(14)	(2)				
アイゴ						(4)	(2)				
ニセカンランハギ*	(3)	(6)	(6)	(9)	(8)	10(2)	1				

崎山

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
ヒブダイ	(1)	(1)		(2)		(2)					
ブダイ		(3)									
ニセカンランハギ*		(1)	(1)			(2)					
				(9)	(3)	2					

桂瀬

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
メジナ			(4)	3	51		1				
イスズミ					2						
ヒブダイ							1				
ブダイ	(2)			(1)			(2)	(1)			
アブダイ属sp						(3)					
ニセカンランハギ*	1		(3)			2	1				
ニザダイ						1					

大当

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
メジナ	2							2			
ブダイ					(1)						
ニセカンランハギ*					(1)	1					
ニザダイ					(1)		3				

③ バイオテレメトリー調査

放流した5尾のうち受信機で確認された3尾 (No. 1, No. 2, No. 3) について受信結果を図8に示す。

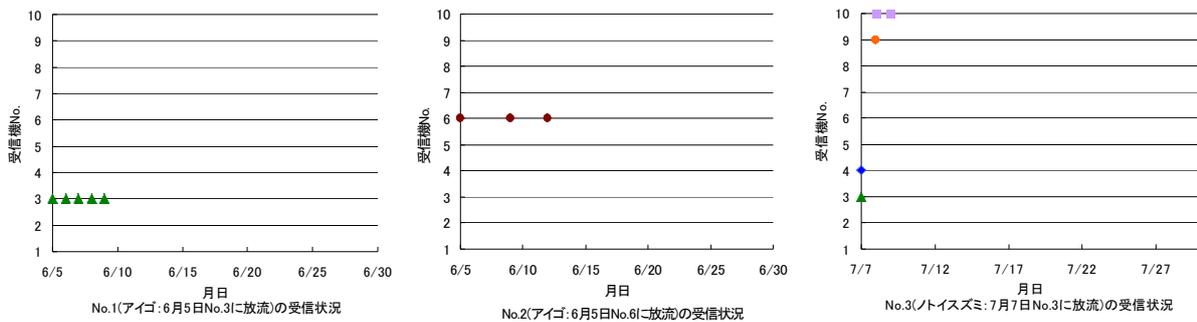


図 8 放流魚の受信状況

No. 1 (アイゴ) : 6月5日崎山 (No. 3受信機) 付近に放流し、放流直後から5日間崎山の受信機 (No. 3) によって受信され、6月10日以降は受信されなかった。

No. 2 (アイゴ) : 6月5日午後1時30分に神ノ島 (No. 6受信機) 付近に放流し、その日の午後11時頃に受信がなくなり、6月9日の午後3, 4, 5時及び6月12日の12時台に1回ずつ受信された。その後は受信されなかった。

No. 3 (ノトイズミ) : 7月7日の12時頃に崎山 (No. 3受信機) 付近に放流し、3時間後には桂瀬の受信機 (No. 4) へ、7月8日の午後11時には高崎の北側の受信機 (No. 9)、7月9日の午前0時台には高崎の南側の受信機 (No. 10) に受信されたが、その後は受信されなかった。

【考察】

今年度は小浦においては藻場は形成されたが、崎山では形成されなかった。崎山では、昨年冬季は水温が高く推移したため (17℃以上)、(平成20年) 1月以降植食性魚類による食害が継続し藻場が形成されなかったと考えられた。

ホンダワラ類の生長を図9, 10に示す (夏季～秋季は種識別が困難なため測定した平均を全ての種に当てた)。小浦では、ヤツマタモク、マメタワラ、ウミトラノオ3種とも12月から急速に伸長し始め、2月には20cm程度になった。一方、崎山では1月から伸長し始めた。両海域ともホンダワラ類

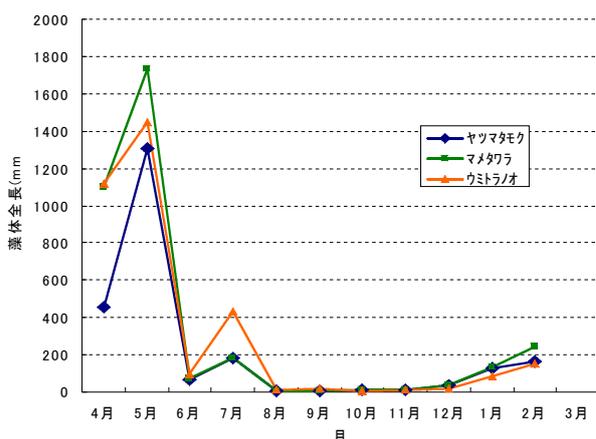


図9 南さつま市笠沙町小浦におけるホンダワラの生長

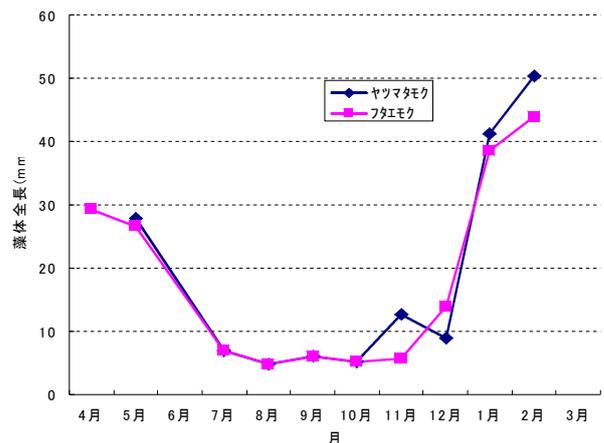


図10 南さつま市笠沙町崎山におけるホンダワラの生長

*両海域とも1月の数値は2月4日調査時の数値を示した。

が生育する基質表面は、夏季～秋季には小型海藻及び砂に覆われ幼芽が見えない状態にあり、その結果、植食性魚類が幼芽を認識できないため、幼芽が保護された状態にあると思われる。そして冬

季になりそれらが伸長し始めると砂から葉が露出する形をとる（図11）。



図11 小浦における基質の状況
*10月（左）、11月（右、丸部分に伸長した葉が確認できる。）

この伸長期はちょうど水温が年間最も下がる時期と合致する。水温が低ければ植食性魚類は近づかず藻場は形成される（図13 パターン2）。しかし、水温が暖かい日が続くと、植食性魚類がやってきて伸長し始めた葉や茎を継続的に食べてしまい、藻場は形成されないと考えられる（図13 パターン1）。昨年度の場合17℃がその境界となっていた。ただし、ホンダワラ類が多年生である場合、附着器は小型海藻や砂に守られて、来期の伸長期まで生存し続けると思われる。また、ある程度伸長した後に食害にあった場合でも、藻体がある程度残存した時には生殖器床が形成され、若干の幼胚添加が行われると考えられる（図13 パターン3）。

今年度11月以降の小浦、崎山（No. 3受信機水深約10m）の水温の推移を見てみると、両海域でホンダワラ類が伸長し始めた時期はほぼ17℃を下回っており（図12）、魚類相調査においても植食性魚類は見られていない。ホンダワラ類には、2月4日の時点では食害は見られなかったが、2月22日には崎山において植食性魚類による食害が確認された。その時の表層水温は18℃を超えていた（図4）。

2ヶ年の小浦・崎山の調査から、藻場を形成させる条件として、①幼芽時期には小型海藻や砂、あるいは波浪などにより植食性魚類から幼芽が保護される、さらに②伸長期に植食性魚類が近づけない低水温が持続される、ことが考えられた。

一方、植食性魚類の現存量を少なくすることも、藻場を形成させる手法の一つであると考えられる。

今回のバイオテレメトリー調査では、発信器を装着後放流し、その受信が確認できた尾数は2年で計6尾のみの結果ではあるが、アイゴは放流地点に数日間留まるか、あるいは時間をおいて再度放流海域に出現する傾向があり、短時間で大きな移動は行わないと思われた。また、ノトイズミは、1尾のみで水温が高い時期の放流であったが、アイゴとは異なり、同一海域に留まることはなく、2日で3km以上を移動し、短時間で大きな移動を行うことが示された。これ

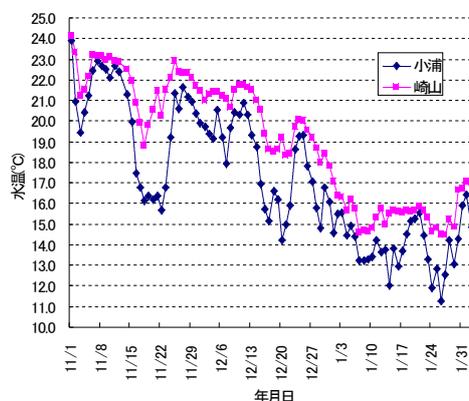


図12 南さつま市笠沙町小浦・崎山の水温の推移

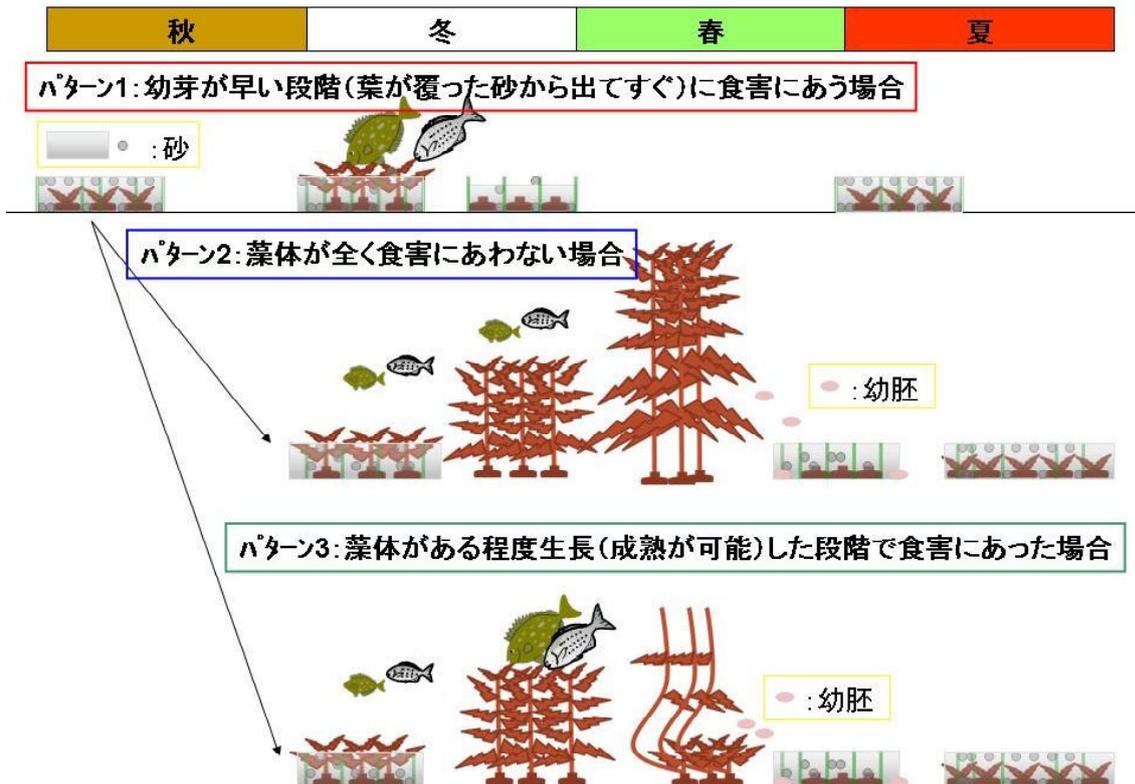


図 1 3 小浦・崎山における藻場の形成機構

らは長崎県海域で行われた試験でも示されている（山口，2006年）。

両魚種とも集団で行動する 경우가多く，これら魚の特性を利用した漁法を開発することにより，効果的に漁獲できる可能性はあり，今後検討していく必要がある。また，現在ほとんど食用にされていないイソズミ類については，需要の掘り起こしによって漁獲圧を高めていくことも必要であると思われる。

【参考文献】

山口敦子，海藻を食べる魚たち－生態から利用まで－，126-137，成山堂，2006。

川内原子力発電所温排水影響調査事業

田原義雄, 佐々木謙介, 吉原芳文, 石田博文, 富安正藏

【目的】

昭和57年度からの継続調査で、川内原子力発電所から排出される温排水が周辺海域に与える影響を調査する。

【方法】

調査の日程、項目は下記のとおりである。調査項目は、水温・塩分、流況、海生生物「海藻類、潮間帯生物(動物)」, 主要魚類及び漁業実態調査で、調査定点、方法とも前年と全て同じである。

平成21年度温排水影響調査一覧

調査項目	調査の内容	平成21年度実施時期		
		春季	夏季	冬季
1 水温・塩分	(1)水平分布		平成21年7月23日	平成22年3月2日
	(2)鉛直分布		平成21年7月23日	平成22年3月2日
2 流況	(1)25時間調査		平成21年7月23～24日	平成22年3月2～3日
	(2)15日間調査		平成21年7月22 ～8月6日	平成22年3月2～16日
3 海生生物	(1)海藻類	平成21年5月23～24日		
	(2)潮間帯生物	平成21年5月23～24日		
4 主要魚類 及び 漁業実態	(1)イワシ類(シラス) バッチ網	平成21年1月～12月(周年)		
	(2)マダイ,チダイ	平成21年4月～12月		

【結果】

温排水の拡散範囲は、過去と同様、放水口周辺に限られており、また、流況や周辺海域の海藻類、潮間帯生物(動物)、主要魚類及び漁業実態についても、おおむね過去の調査結果の変動の範囲内であった。なお、詳細な結果については、平成21年7月6日(第1回)、平成21年11月25日(第2回)に開催された鹿児島県海域モニタリング技術委員会に提出した調査結果報告書及び『平成21年度温排水影響調査報告書』に記載したとおりである。

内水面漁業振興対策総合研究－ I

(魚介類の異常へい死)

西 広海・田原義雄・平江多績・村瀬拓也

【目 的】

県下の漁場環境下（内水面の漁業権区域）で発生する魚介類の異常へい死事故の原因究明を行い、漁場環境保全の対策・対応を指導する。

【方 法】

県下で発生した魚介類の異常へい死事故に対するへい死原因調査方法は、下記のとおりである。

1) 内水面の漁業権区域で発生したへい死事故の場合

- ・へい死事故発生現場の状況について、聞き取り等の調査を実施する。
- ・搬入された魚体及び河川水については農薬成分等の抽出を行った後、ガスクロマトグラフ質量分析計による残留農薬スクリーニングを行う。また、へい死魚体については魚病検査を実施する。

2) 内水面の漁業権区域以外で発生したへい死事故の場合

- ・へい死事故発生現場の状況について、聞き取り等の調査を実施する。
- ・へい死魚体が持ち込まれた場合、魚病検査を実施する。

【結 果】

今年度は2件のへい死事故が発生した。その調査結果は表1のとおりで、いずれも内水面の漁業権区域外での発生であったので魚病検査のみ実施したが、へい死に至る病原菌、寄生虫は検出されず、いずれも原因は不明であった。

表1 異常へい死事故の原因調査結果

発生年月日	依頼項目	対 応	調査結果
H21.06.03	出水市岩下川における 魚のへい死	魚病検査を実施	原因不明
H21.09.02	南九州市（知覧）加治 左川における魚のへい 死	魚病検査を実施	原因不明

内水面漁業総合対策研究－Ⅱ

(内水面増殖技術開発事業：天降川におけるアユ生態調査)

吉満 敏，猪狩 忠光，徳永 成光，田原 義雄

【目的】

内水面漁業の有用種について，資源の維持増大と持続的利用を図るために，河川等における増殖に関する生態を調査する。

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は，全国的に内水面漁業や遊漁の対象として重要な魚種であり，本県においても例外ではない。本県水産振興課の調べによると，内水面漁業の生産量，額はともに第1位で，35トン・100万円前後で推移している。特にアユの遡上時期には稚アユ採捕漁が営まれ，県内外に放流用，養殖用種苗として供給されている。

本種の資源維持のため内水面漁協等を主体にして，産卵床造成や稚アユ及び親アユの放流が行われているが，漁業生産量は漸次減少しており，その原因解明とより効果的な増殖策を求める声が高い。

本県においては，生息河川の水質や産卵，流下仔魚等の基礎データを蓄積しておらず，本種の遡上量の増減が何に起因するか判断できないことや，現在行われている増殖手法をより効率的なものとするため，水質環境や遡上，成熟，流下等に関する調査を平成16年度から実施している。

【方法】

鹿児島湾奥に注ぐ天降川において，河口から約4km～9kmの流域に4定点(ST.1～4，図1)を設定し，定期的に水質を分析，またST.1(河口から約4km)で自己記録水温計により水温を測定した。

成魚の成熟は，10月以降に1回当たり約10尾の生殖腺指数を調べ，従来の結果と比較した。また他河川の成熟状況と比較するため，米ノ津川，川内川で9月以降に漁獲された個体，1回当たり約10尾の生殖腺指数を調べ比較した。

流下時期及び流下量は，11月上旬から12月下旬にかけて概ね10日おきに，ST.1(水深1m程)において，プランクトンネット(北原式，口径：30cm，全長：100cm，網目：NXX13)2基を用いて，18時から23時まで1時間おきに5分間，ネットを流して流下仔魚を採集し，10%ホルマリンで固定してセンターに持ち帰り計数した。

稚アユの体重，体長等は，稚アユ採捕漁(エゴ漁)の捕獲物を，3月から概ね10日おきに測定，また耳石日周輪から孵化日を推定し，平成17年度の結果と併せて孵化時期と流下時期との関係を調べた。

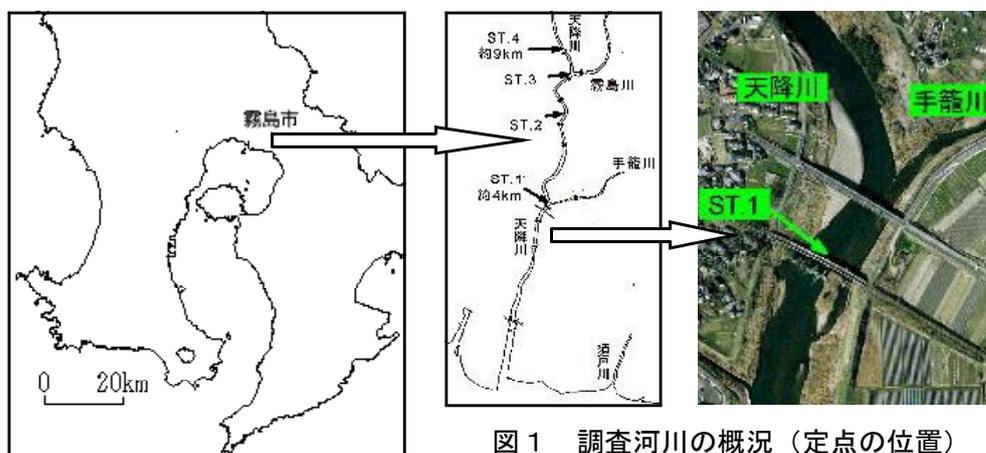


図1 調査河川の概況(定点の位置)

【結果及び考察】

水質 4 定点における測定結果を表. 1 に示す。

pH は期間を通して高めで推移し、全窒素は0.7~1.7mg/L、全リンは0.01~0.15mg/Lの範囲であった。降雨時には全リンの濃度が高くなった他、BOD (生物学的酸素要求量) やSS (懸濁物質) も増加した。

pH が恒常的に高めであったり、BOD等が突発的に高くなったりしたものの、これまでアユが河川内で斃死したり弱ったりする様子は観察されていないことから、このような河川水質環境の変化が、資源動向に直接影響しているとは考えにくい。

表 1. 水質の測定結果

年度	pH	BOD	SS	全窒素	全リン
H. 16	6.8~7.5	0.3~1.2	1.0~7.6	0.7~1.5	0.02~0.06
17	7.1~7.9	0.2~1.7	0.8~77	1.0~1.5	0.03~0.15
18	6.7~8.0	0.2~3.3	0.6~22.4	0.9~1.7	0.03~0.09
19	7.4~8.2	0.1~3.4	0.4~41	1.0~1.5	0.04~0.15
20	7.0~8.2	0.1~0.7	0.6~11.2	0.9~1.5	0.02~0.09
21	7.8~8.2	0.2~2.8	0.4~44.8	0.9~1.4	0.01~0.04

成熟 (生殖腺指数)

生殖腺指数は個体や年によって異なるが、成熟の早いものを見ると、雌は10月以降に、雄は9月下旬以降に高くなり、産卵は10月中旬以降に開始されることをこれまでに確認している。

平成21年は、10月・11月に生殖腺指数が、例年の範囲にあることを確認した。(図2)

今年度は夏季から秋季にかけて少雨で、一部河川では河床が露出するなど、水量が少ない状態が続いた。このため、県下各地で小型のアユが多いとの情報があり、生育不良による成熟への影響が懸念されたことから、米ノ津川、川内川、天降川の3河川について、アユの成熟時期等に関して調査した。

3河川では米ノ津川で最も早く産卵が始まって、川内川、天降川と続くものと見られ、当該地区の内水面漁協や採捕者の産卵情報とも合致した。また魚体サイズの大小による成熟の差は明確ではなく、例年より小型個体が多く見られるとのことであったが、順調に成熟し産卵していることがうかがえた。(図3)

流下仔魚

孵化仔魚の流下はこれまで10月下旬に始まり、2月上旬まで続き、ピークは11月中~下旬に見られているが、年によっては明確なピークが現れず

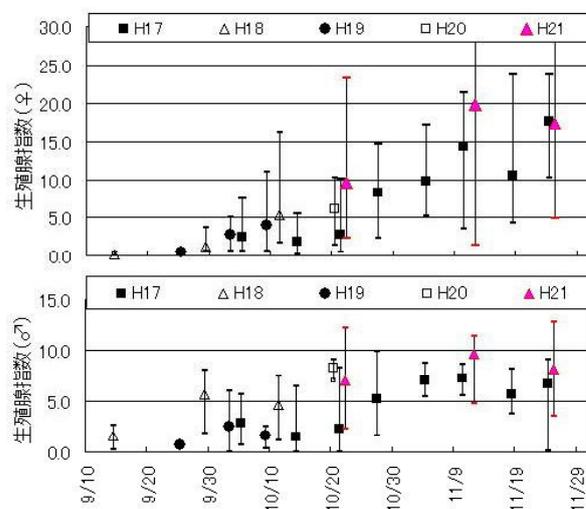


図2 生殖腺指数の推移(上:雌, 下:雄)

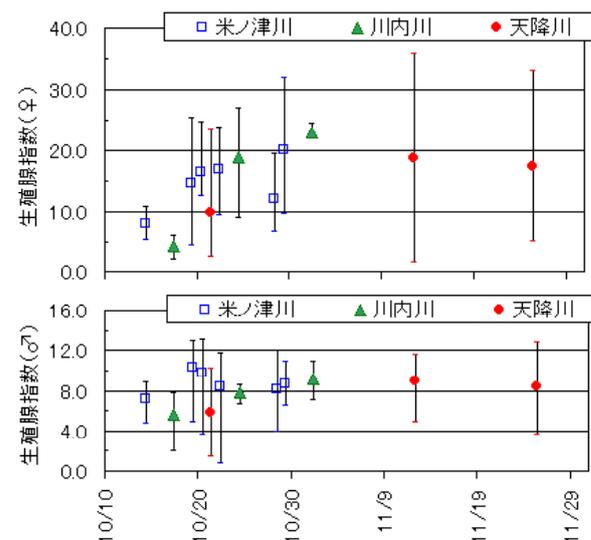


図3 3河川における生殖腺指数の推移

にダラダラと流下が続くことがあった。

時間帯では21～22時にピークとなり、その時間をはさむ4時間に採捕尾数の約8割が集中した。

21年は11月下旬にピークがみられ、これまでで最も多い流下仔魚を確認した。また11月上旬にも多くの流下仔魚を確認でき、例年に比べ産卵開始が早かったことがうかがえた。(図4)

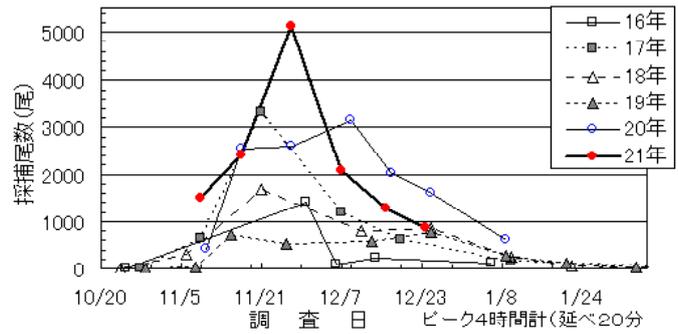


図4 年別流下仔魚採捕尾数の推移

遡上稚アユ (孵化時期)

18年3月から4月に採捕された個体の孵化時期は、3月に採捕された個体が12月中旬までに孵化した個体で、4月以降の個体が12月上旬以降に孵化した個体であり、遡上の遅い個体ほど、孵化時期も遅い傾向が見られた。また、流下量調査では11月下旬にピークが見られたが、採捕個体は12月上旬の個体が主体で、孵化の多かった時期と流下の多かった時期とにズレが見られた。

11月の孵化個体が遡上したか否かは、稚アユ採捕漁開始(3月)以前の2月に遡上が確認され、これらの孵化日を確認していないことから、採捕以前に遡上していた可能性もあり判断できなかった。(図4, 5)

22年3月に採捕された個体は、18年の採捕個体同様、12月中旬までに孵化した個体であったが、11月に孵化した個体が主体であり、18年よりは早く孵化した個体で構成されていた。

孵化時期は11月下旬が最も多くなっているが、11月上, 中旬と大差はなく、流下量調査の採捕尾数を考えると相対的に少ない値となっている。(図6)

なお、21年度の稚アユの孵化時期と流下時期のズレや遡上と孵化時期の関係については、4月の結果を踏まえて精査したい。

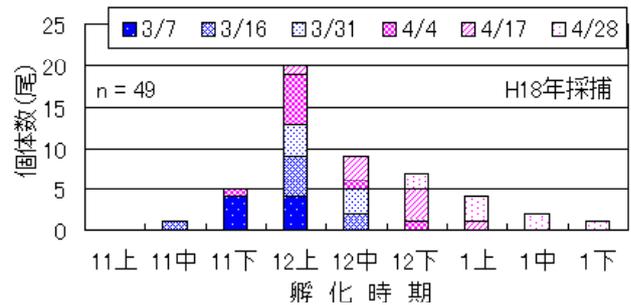


図5 漁獲日別の稚アユ孵化時期 (平成18年採捕)

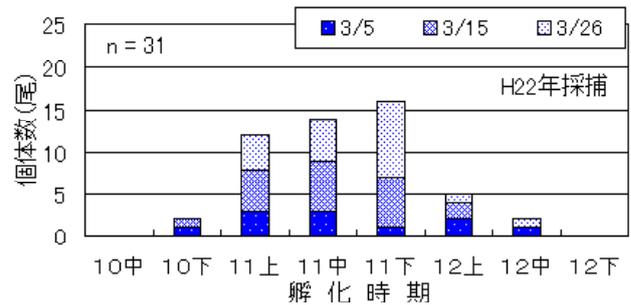


図6 漁獲日別の稚アユ孵化時期 (平成22年採捕)

奄美等水産資源利用開発推進事業 (南方系ガラモ場造成試験)

猪狩忠光・吉満 敏・徳永成光・田原義雄

【目的】

奄美海域においてホンダワラ藻場（ガラモ場）の造成手法を開発し、奄美群島の水産資源増殖に資する。

【方法】

調査・試験地は、内湾性藻場：瀬戸内町白浜、宇検村佐念、リーフ性藻場：奄美市笠利町佐仁・用、龍郷町安木屋場とした（図1）。

*リーフ性藻場：リーフ内に形成される藻場。底質はサンゴ由来の岩盤（基質）で、薄く砂（有孔虫由来の砂で生きたものも多い）に被われる。藻場構成種は、キレバモク、チュラシマモクなど8～10種と多いことが特徴で、7～9月にかけて成熟、幼胚放出が行われる。藻体は周年確認できるが、毎年伸長し藻場を形成するとは限らない。

*内湾性藻場：波当たりの弱い内湾に形成される藻場。底質は人頭大の石（基質）が混じる砂地。藻場構成種はマジリモクが主で構成種は少ない。3～4月にかけて成熟、幼胚放出が行われる。



図1 試験地

1 モニタリング調査

1) 環境(水温・水質)調査

データロガー(オンセット社製小型防水式自動計測器：ティドビッド)を調査地及びその周辺に設置し、1時間ごとの水温の連続測定を行った。また、調査時に海水を採取し、栄養塩などを測定した。

2) 天然藻場調査

試験地において、ホンダワラ類の着生密度、藻体全長の調査・測定を行った。

2 小規模藻場造成試験

1) 内湾性藻場（瀬戸内町白浜，宇検村佐念）

○白浜

階段状基質（図2，基質の高さは最上段から，480mm，300mm，180mm，120mm，60mm×2面）を用いた核藻場型造成試験については，各段のマジリモクの藻体全長や着生密度を測定し，核藻場本体の変遷について考察するためのデータを収集した。また，南側の核藻場については，4月から調査時の砂泥除去を行わず観察を続け，メンテナンスフリーで藻体が維持されるかを調べた。

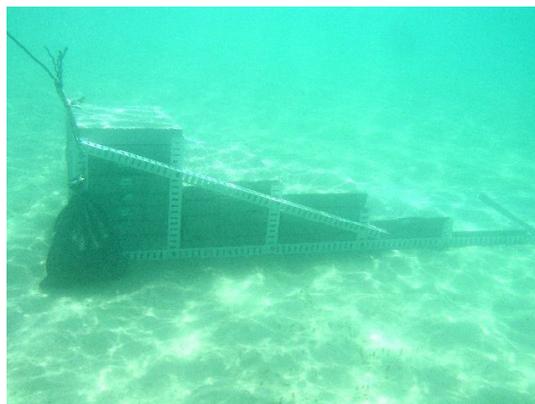


図2 階段状基質全景

かつて藻場を形成していた転石地帯の藻場回復については，平成21年3月にマジリモクの伸長が若干見られたことから，4月9日，マジリモクが生育していない石（表面はカゴメノリはじめ小型藻類に覆われていた。）を裏返し，幼胚の着床面積を拡大して藻場の回復を試みた。

基質の表面の状況が幼胚着床に与える影響をみるため，海底にもともとあった石（表面は小型海藻に覆われている）を，①そのまま，②裏返したもの，③表面が新しく付着物がないもの，の3種を4個ずつ伸長したマジリモクの周囲に置き，その経過を調査した。

○佐念

白浜と同様の核藻場形成の再現性を見るため，平成21年3月17日に設置した階段状基質（基質の高さは最上段から，480mm，360mm，240mm，180mm，120mm×2面）に4月9日に母藻（白浜産マジリモク）を追加し，白浜同様生育を調査した。また，植食性魚類などによる食害をマジリモクが生育している石を籠の内外に置き調査した。

*核藻場：藻場を再生するに足る幼胚を供給できる最小単位の海藻群落

2) リーフ性藻場（龍郷町安木屋場，奄美市笠利町佐仁）

佐仁で天然採苗し安木屋場リーフ内へ移設した藻場造成用ブロックと，そのまま佐仁に設置したものについて，ホンダワラの生育状況及び消長について調査した。また，砂で覆われた岩盤に着床する幼胚数を10×10cmのプラスチック板3枚を8月19日佐仁に設置して調査した。

【結果及び考察】

1 モニタリング調査

1) 環境(水温・水質)調査

最近7～8年間の水質の変動を見ると，リーフ性，内湾性藻場ともに，年度ごとにばらつきはみられるものの，ガラモ場が形成された年と形成されなかった年との間に，明確な差は見られなかった（図3）。水温については，前年度の報告書において，平成18年～20年の9～10月及び直前の1月の水温が，形成されない時に比べ低い傾向がみられたことから，水温が藻場形成の制限要因になっていることを示唆したが，それ以前のデータを加味したところ，藻場が形成された年でも形成されない年と同様に高い水温で経過している場合もあり，水温以外の要因によって形成が制御されていることが考えられた。

栄養塩についても、佐仁の無機態リンが形成前年の濃度が若干高い傾向がみられる程度で、年度ごとのばらつきが大きく、形成と否形成に明確な差はみられていない（図4）。

今後もデータの蓄積を継続するとともに室内培養による検討も必要と考える。

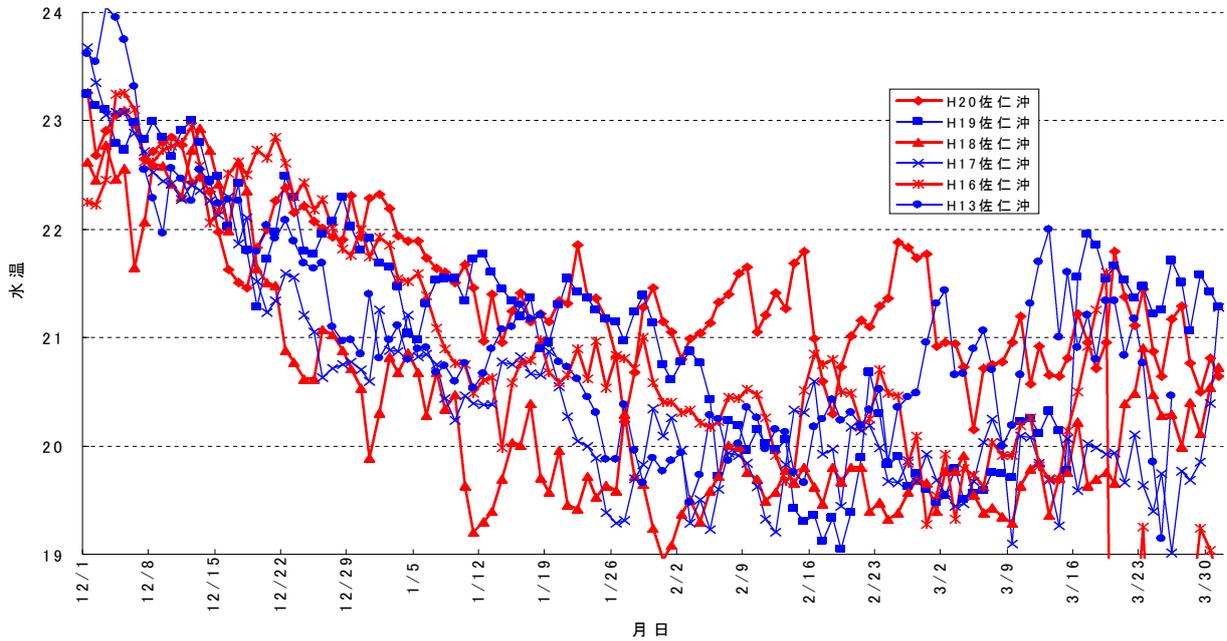


図3 佐仁沖12月～3月1日平均水温 * 赤が藻場が形成された直近のデータ

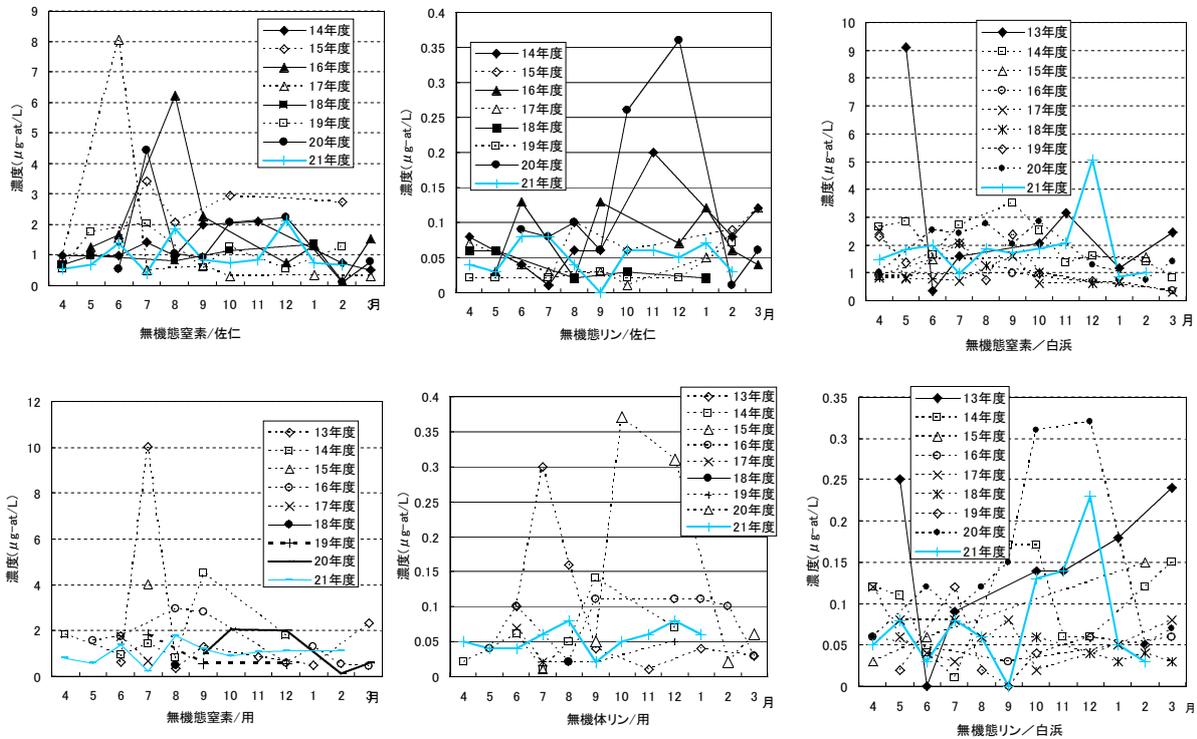


図4 佐仁・用・白浜の無機態窒素・リン濃度

*黒実線が藻場が形成された前年度

2) 天然藻場調査

①内湾性藻場

白浜では、平成14年度を最後にガラモ場の形成が確認されていない。19年度から基質の転石が再表出し始め、20年4月に母藻を移設し、21年3月には全体で120個程度の転石に藻体が確認された。4月にはマジリモクがいていない石を裏返したところ、22年3月にはさらに着生している石の数が増え、一部藻場と言える状態まで回復がみられた(図5)。石を裏返した効果が現れたと考えられる。



図5 平成22年3月の転石地帯の状況

②リーフ性藻場

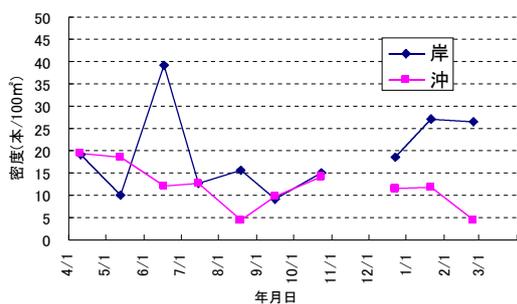
笠利町の調査地における最近10年間のガラモのガラモ場形成状況を表1に示す。21年度は、佐仁は藻体が短いながらガラモ場は形成されたが、用は形成されなかった。なお、佐仁では調査開始からこれまで1年おきにガラモ場が形成されている。

表1 佐仁・用における藻場形成状況

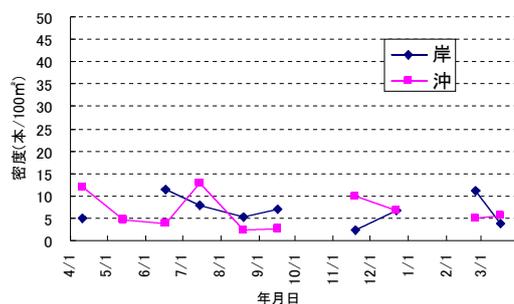
年度	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
佐仁	—	○	—	○	—	○	—	○	—	○
用	○	—	—	—	—	—	—	○	—	—

藻体全長は、佐仁は7月に最も伸長し平均88mmであった。用はほぼ20~40mmの間で推移した。なお、岸側・沖側で大きな差はみられなかった。

着生密度については、6月だけが佐仁岸側で39本/100cm²と突出していたが、他は月により若干の差はみられたものの、佐仁は5~30本/100cm²、用は~15本/100m²で推移した(図6)。佐仁岸側は12月以降増加したが、成熟し幼胚が供給された結果と考えられる。



平成21年度佐仁密度推移



平成21年度用密度推移

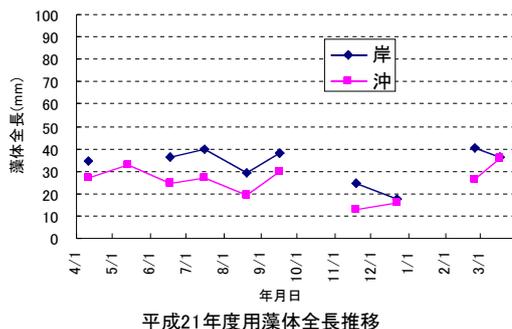
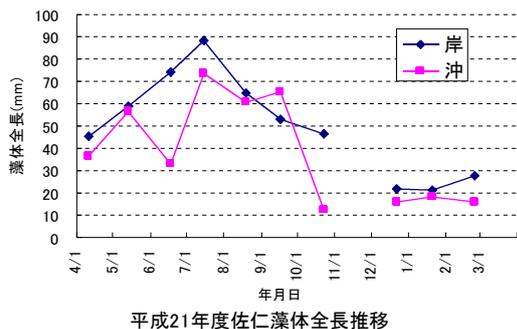


図6 佐仁・用におけるホンダワラの藻体全長及び密度

前年度21年3月の調査では、魚類によるものと思われる藻体の先端部の食害も見られており、その影響で藻体が伸長しなかったと思われる。藻場形成が食害により抑制されている可能性もあり、今後食害防除籠などを設置し、魚類の影響を確認する必要がある。

8月に設置したプラスチック板には、設置以降1～10mmの砂の堆積があり、周囲のホンダワラ類には9月に生殖器床が形成され幼胚供給が行われた。2月の時点でホンダワラ類は3枚の内1枚に1個体の着生が確認され、砂の堆積があっても幼胚が基質（岩盤）に着生することは確認された（図7）。藻場地の着生密度が5～30本/100cm²であったことを考えると、幼胚添加が藻場の拡大に及ぼす効果はそれほど大きくないと思われたが、今年度は藻体が短かったため、幼胚数自体が少なかったと考えられる。



図7 プレート上に着生したホンダワラ

リーフ性ホンダワラ類には、1つの付着器から複数の茎が伸長するものが多く見られる（図8）。プレートに幼芽を1個体付着器ごと接着剤で付け、水槽内で育成すると、付着器が拡大し、そこから複数の茎が発生することを確認した（図8）。これはイソモクなど繊維状根を形成するホンダワラ類では



図9 リーフ性ホンダワラ類に見られる特徴（1つの付着器から複数の茎が伸長する）

左：佐仁；中：用から採取した個体を接着；右：約9ヶ月後付着器を拡大し複数の茎が伸長

見られる拡大方法であるが、リーフ性ホンダワラ類でも、幼胚添加に加え、この付着器の拡大によって個体数を増加させることができることがわかった。また、種自体も多年生であり、芽も砂によって守られている。したがって、幼胚が着生しさえすれば、藻体の大きな伸長、成熟がなくても、この方法によって生育域を拡大することが可能である。また、母藻がなくても、付着器を直に移植することによって藻場を回復・拡大できる可能性もあり、藻体の伸長が不定期であるリーフ性ホンダワラ類の造成手法については、今後この付着器移植についても検討の必要があると考える。

2 小規模藻場造成試験

1) 内湾性藻場

瀬戸内町白浜：階段状基質（平成17年4月2基設置）では、4月に最大となり生殖器床上に幼胚も確認された。また、階段状基質自体の藻体密度も維持され、翌22年3月には引き続き小規模藻場が形成されたことから、階段状基質が核藻場として継続的に機能していることが確認された。

藻体全長は、最大となった4月は北側の4～6段は50cm以下と短かったものの、他は南側も含め1.5m以上に伸長した（図9）。4月には昨年度見られた魚類によると思われる食害は見られなかった。以降1月までは例年同様幼芽の状態であったが、2月からは再び伸長が見られている。

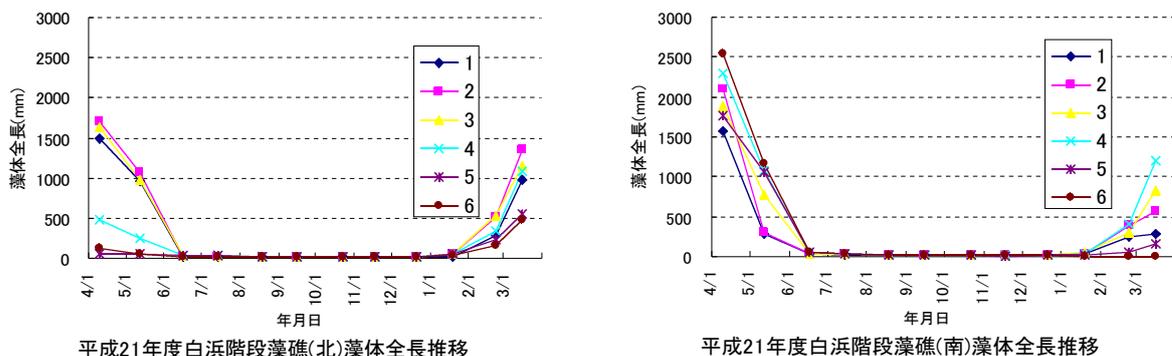


図9 白浜核藻場の藻体全長の推移
*1が最上段、5・6は最下段で同じ高さ

藻体密度を基質全体（1,900cm²）でみると、北側基質の1～3段はほぼ100～300本間で推移し、成熟後夏季にかけて減少し、その後冬季に幼胚が生長することにより、増加したと考えられる。4～6段は7月以降は100本以下で推移し、特に最下段の2面は10本以下であったが、12月以降は上段同様増加した（図10）。この下段3段は砂の堆積の影響があると考えられる。

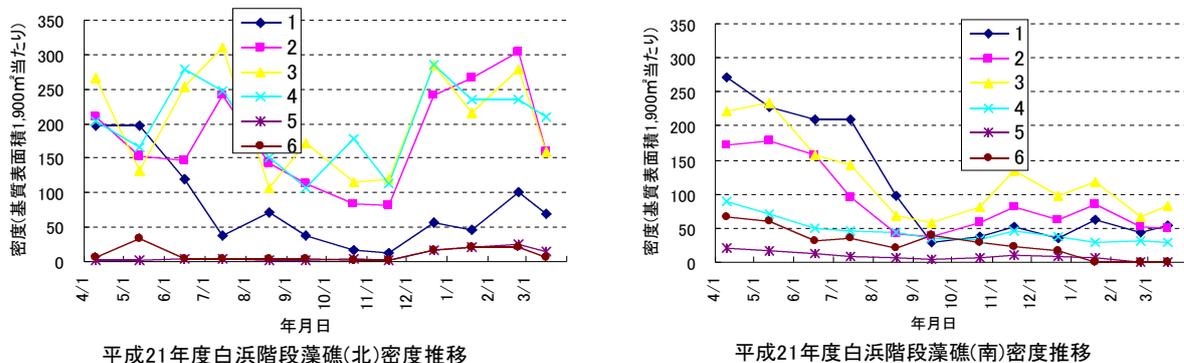


図10 白浜核藻場の藻体密度の推移
*1が最上段、5・6は最下段で同じ高さ

砂泥を除去しなかった南側の藻体密度は、上段2段で4・5月が最大となり、以降漸減し、9月以降若干の増加は見られたが、ほぼ横ばいで推移した。基質は、1・2段の数ヶ月を除いて、ほぼ周年砂に覆われており（図11）、特に最下段の6段目は11月以降、また、同じ高さの5段目は12月以降、砂に埋没し、生育数も3月には2面で1本であった。砂泥の

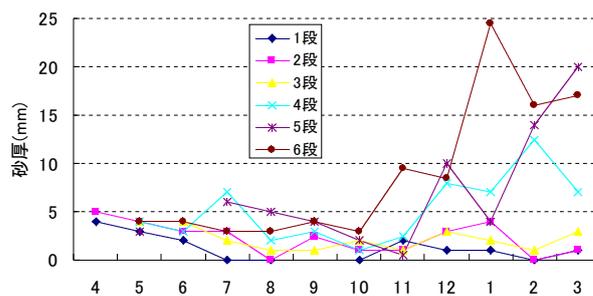


図11 白浜核藻場(南)の砂厚の推移

堆積によって、基質の上面には還元層ができ、藻体の生育が困難になる上に、幼胚が基質に着生しにくくなったためと考えられる。4月に比べると南側の密度は減少しており、砂除去を行っていた北側の密度はほぼ安定していたことから、砂泥除去を行わないと最終的には藻体はなくなる可能性は高く、定期的な砂除去が必要であり、特に幼胚添加時期は非常に重要であると考え。

かつて藻場を形成した転石地帯では、21年3月には約120個の石にマジリモクの伸長が見られ、4月には成熟した。藻体が見られなかった石を裏返したところ、22年3月にはマジリモクの生育した石はさらに増え、一部では藻場といえる状態になった（図5）。

基質の表面の状況が幼胚着床に与える影響については、海底にもともとあった石（表面は小型海藻に覆われている）を、①そのまま、②裏返したもの、③表面が新しく付着物がないもの、の3種で見た結果、②>③>①の順に着生数が多く、②は①、③に比べ有意に高かった（ $P < 0.05$ ）（図12）。これは、②のカキ殻などの付着物によって表面が複雑になっており、③の新しい表面より幼胚が着床しやすく、①については小型海藻などの付着物により幼胚が着床しにくい結果であると考え。

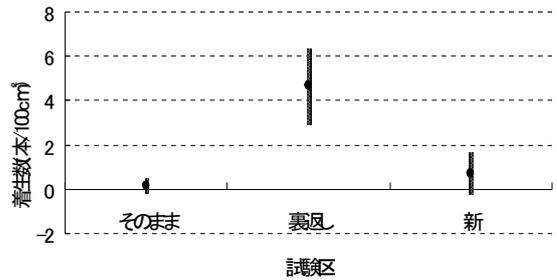


図12 基質表面の状態による着生数
* 平均±標準偏差

宇検村佐念：21年3月に設置した階段状基質については、4月に母藻を追加した。その後6、7月には幼芽が多数確認された。しかし、8月以降その数は減少し、南側の上面に藻体はほとんど見られなくなった。北側についても8月以降減少したが、12月に再び幼芽が見られはじめ、5・6段では50本前後に維持されている（図13）。

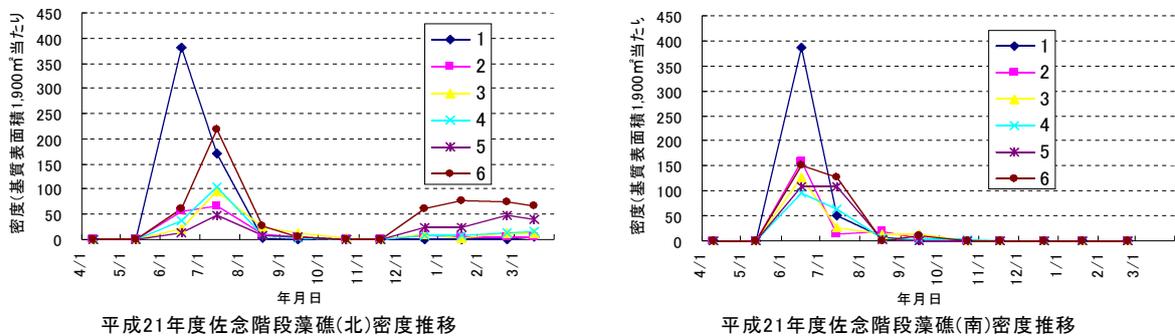


図13 佐念核藻場の藻体密度の推移
*1が最上段、5・6は最下段で同じ高さ

しかし、3月になっても白浜で見られたような藻体の伸長はなく4cm程度で、藻体に食害痕が見られた。

食害を確認するため、11月に白浜からマジリモクの芽が付いた石を北側の基質横に、そのままの状態（1個）及び籠に収容した状態（2個）で設置した。3ヶ月後の2月に、籠内のは白浜並みの伸長が見られたが、外のは階段状基質と同様短いままであった。さらに、籠のものを外に出し、外のを籠に収容し、1ヶ月後の3月に見たところ、外に出したものは食害によって短くなっており、籠に収容したものは伸長していた（図14）。魚種は特定できなかったが、魚類による食害と考えられた。今後核藻場として機能させるには、籠などで覆い、藻体のある程度確保する必要がある。ただし、この場合でも、藻場を拡大させるには植食性魚類の来遊をなくすことが必要であり、非常に困難である。



図 1 4 佐念における食害試験

左：11月白浜から採取し佐念の階段状基質(北)に設置する前の石表面
 中：設置3ヶ月後、左2つが籠に收容、右が外に出したままの石(外は伸長していない)
 右：上記の左2つを外へ、右を籠へ收容して1ヶ月後(外に出して食害に遭う。籠内は伸長)

2) リーフ性藻場 (龍郷町安木屋場)

佐仁で天然採苗したブロックを移設した龍郷町安木屋場リーフ内では、ブロックで藻体の伸長が見られ、8月に8cm前後にであった。その後食害に遭い短くなったが、生殖器床は確認されたことから、幼胚添加は行われたと考えられる。

しかし、ブロック周辺の岩盤には幼芽は確認されなかった。ブロック周辺はサンゴ礫多く見られ、波によってそれらの移動が激しく、リーフ性ホンダワラの生育には好ましくない環境であることも考えられる。今後設置場所などを再度検討する必要があると考える。

なお、ブロックを設置している場所の沖合には、ホンダワラとウミウチワの混成藻場が形成されていた(図15)。佐仁や用と同様、以前ホンダワラ類の芽が確認されていたことから、ブロックの効果でなく、以前からの芽が伸長したと考えられる。



図 1 5 安木屋場で形成されたホンダワラとウミウチワの混成藻場